FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

ANNÉE 1906 N° 138

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PRESENTÉE ET SOUTENUE LE 1er FÉVRIER 1906, A 1 HEURE

PAR

Henry BESNIER

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX

ANCIEN INTERNE DE SAINT-LAZARE

INTOXICATIONS

PAR LE GAZ D'ÉCLAIRAGE

A DOSES MASSIVES ET A DOSES RÉDUITES

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE — OBSERVATIONS CLINIQUES — APPLICATIONS A L'HYGIÈNE

Président : M. BROUARDEL, *Professeur*

Juges { MM. POUCHET, *Professeur*
GUIART, } *Agrégés*
RICHAUD, }

Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

OCTAVE DOIN, ÉDITEUR,

8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1906

LANE LIBRARY

A MON PÈRE

LE DOCTEUR JULES BESNIER

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/intoxicationspar0000vari

A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR BROUARDEL

A MES MAÎTRES

Les Professeurs Dieulafoy, Landouzy, Le Dentu;

MM. les Docteurs Letulle, Morestin, Richelot, Bar, Brindeau, Aviragnet, Balzer, Comby, Guinard, Hudelo, Landrieux, Pierre Merklen, Le Pileur.

A MM. les Docteurs Apert, Georges Brouardel, Gandy, Griffon, Louis Wickham, X. Gouraud, G. Labey, Lœper, Lortat-Jacob.

A la mémoire

du Docteur A. Ferrand.

AVANT-PROPOS

Plusieurs cas de suicide par le gaz d'éclairage ont récemment attiré l'attention sur certains effets remarquables de la pénétration de ce « mélange gazeux » dans l'air destiné à la respiration.

M. le professeur Brouardel, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse, a bien voulu nous indiquer l'intérêt et l'opportunité d'un travail sur les intoxications par le gaz d'éclairage. Il nous a donné, à maintes reprises, le précieux appui de ses excellents conseils. Qu'il veuille bien accepter ici l'expression de notre profonde et respectueuse reconnaissance.

D'après ses indications, nous avons procédé à une série d'expériences susceptibles, croyons-nous, de jeter quelque lumière sur le mécanisme de l'intoxication que produisent des doses variables de gaz diluées dans l'air respiré.

Les analyses qui nous ont permis de retrouver l'oxyde de carbone dans le sang, en proportions plus ou moins grandes selon les quantités de gaz absorbées, ont été faites au *Laboratoire de toxicologie* de la Préfecture de police, où M. Ogier, directeur du laboratoire, nous a accueilli

avec une bienveillance toute particulière ; sa haute expérience nous a permis de mener à bien ce travail : nous ne saurions trop l'en remercier. Nous remercierons également M. Kohn-Abrest, préparateur de chimie du Laboratoire de toxicologie, et M. le docteur Socquet, médecin-légiste, à la compétence desquels nous avons fait appel bien souvent.

Après avoir étudié les intoxications massives par le gaz à doses plus ou moins fortes, il nous a paru qu'il convenait de faire porter aussi nos recherches sur les effets des intoxications à doses infiniment réduites. Celles-ci produisent des troubles qui, dans certains cas, constituent par eux seuls une sorte d'entité morbide, mais qui, dans d'autres cas, peuvent être considérés comme faisant partie des symptômes d'une tuberculinisation commençante. On sait que la plupart des intoxications chroniques prédisposent à la tuberculose pulmonaire : n'a-t-on pas lieu de penser à priori que la pénétration lente et insidieuse, dans l'air respiré, du gaz d'éclairage en quantités extrêmement minimes, mais constantes, peut intervenir, elle aussi, comme cause adjuvante dans l'éclosion de cette terrible maladie ? Et, en effet, le rôle qu'elle joue à cet égard est, à notre avis, des plus importants ; telle est du moins la conclusion qui se dégage de notre enquête. On trouvera ici les observations que nous avons recueillies dans les services de nos maîtres : le professeur Dieulafoy, à l'Hôtel-Dieu ; M. le docteur Letulle, à l'hôpital Boucicaut ; M. le doc-

teur Landrieux, à Lariboisière ; ainsi que dans le service de M. le docteur Thoinot, à Saint-Antoine.

Ce côté du problème, qui n'avait été que signalé au dernier Congrès de la Tuberculose, mérite d'être mis en relief. De nombreuses questions s'y rattachent, tant au point de vue de l'hygiène individuelle qu'au point de vue de l'hygiène sociale, par suite tout à la fois de la fréquence si grande de la tuberculose pulmonaire et de l'usage si répandu du gaz d'éclairage.

Au moment de terminer nos études, nous tenons à adresser un souvenir reconnaissant à tous les Maîtres qui ont bien voulu nous accueillir. Nous devons un souvenir tout particulier au professeur Dieulafoy et au professeur Landouzy : nous sommes heureux d'avoir été externe dans leurs services, d'avoir pu profiter de leurs brillantes leçons cliniques et du solide enseignement pratique qu'ils donnent chaque jour au lit du malade.

M. le docteur Letulle, dont nous avons été aussi l'externe et qui nous a, tant de fois, dans le cours de nos études médicales, témoigné l'intérêt qu'il nous portait, a droit à nos remercîments les plus affectueux pour les conseils qu'il nous a prodigués. Ses avis nous ont été très précieux dans l'étude que nous avons faite des rapports de l'intoxication lente par le gaz avec la tuberculose pulmonaire.

Notre travail comprend donc deux parties :

Dans la Première Partie nous étudions les intoxications massives, à doses plus ou moins fortes, qui déterminent des accidents immédiatement menaçants et dont certaines particularités peuvent être révélées par le dosage de l'oxyde de carbone recueilli dans le sang. Nous réunissons ces variétés d'intoxications sous le nom d'intoxications *rapides*.

La Deuxième Partie, relative aux intoxications *lentes*, à doses réduites, est consacrée aux modifications de l'air respirable qu'entraîne l'usage du gaz dans des endroits clos, et en particulier à l'influence de l'intoxication lente sur le développement de la tuberculose pulmonaire.

Paris, le 1er février 1906.

PRÉLIMINAIRES

Composition moyenne du gaz d'éclairage.

Mélange gazeux résultant de la présence simultanée d'éléments multiples, le gaz d'éclairage, extrait de houilles de qualités différentes, présente nécessairement dans sa composition une grande variabilité. En moyenne (1), le mélange gazeux utilisé pour l'éclairage à Paris offrirait la composition suivante :

Hydrogène	54.21 à 42.26
Méthane	32.2 à 35
Hydrocarbures lourds	3.27 à 5.54
Oxyde de carbone	6.6 à 11.93
Acide carbonique	1.47 à 3.13
Azote	2.8 à 2.9

Les variétés de houille ont une influence sur la qualité de la lumière : certaines espèces donnent un gaz plus éclairant. La température de décomposition influe de même sur le pouvoir éclairant du gaz, qui est plus grand quand celui-ci est produit à basse température. Lorsque dans les cornues de chauffe à la fin de l'opération la température est plus élevée, le gaz est moins riche en *hydrocarbures lourds* et, partant, moins éclairant; en revanche, l'*oxyde de carbone* existe en plus grandes proportions.

(1) Les chiffres que nous publions ont été donnés par Sainte-Claire Deville (*Expériences de distillation* faites en 1887) cité in Wagner, Fischer et L. Gautier, *Traité de chimie industrielle,* Masson, éditeur, 1901.

La fabrication du gaz comprend deux séries d'opérations : la distillation et l'épuration.

La *distillation* de la houille donne naissance à une portion volatile qui comprend une eau ammoniacale, des goudrons et des produits volatils constituant le gaz d'éclairage. Parmi ces derniers, certains diminuent le pouvoir éclairant du gaz ou présentent des inconvénients. Le gaz doit donc être soumis à une *épuration* qui fait la part des produits utilisables pour l'éclairage.

L'épuration se fait elle-même en deux phases : l'épuration physique et l'épuration chimique.

Par l'épuration physique, dans des appareils de condensation ou de dissolution (barillet, condensateurs, laveurs Scrubbers, etc.) sont éliminés les eaux ammoniacales, les goudrons, l'ammoniaque et une partie de l'acide carbonique.

L'hydrogène sulfuré, les vapeurs de sulfhydrate d'ammoniaque, le cyanogène, le sulfocyanogène, ce qui reste d'ammoniaque, etc., sont enlevés par des épurateurs chimiques.

Aux éléments principaux qui composent le gaz d'éclairage et dont nous donnons plus haut les quantités moyennes pour le gaz de Paris, on doit ajouter d'autres éléments qui ne s'y trouvent qu'en très faibles proportions : l'acétylène, la benzine, le formène, l'éthylène, le propylène. Ces différents gaz ne seraient pas sans action sur l'organisme humain, mais l'oxyde de carbone est le principe le plus nuisible du gaz d'éclairage et il s'y trouve, nous l'avons dit, en proportions assez considérables (6,6 à 12 p. 100).

On fabrique un autre mélange gazeux qui peut servir à l'éclairage, après avoir subi certaines modifications, et qui contient des proportions élevées d'oxyde de carbone, jusqu'à 30 p. 100. Nous voulons parler du *gaz à l'eau,* obtenu en faisant passer de la vapeur d'eau sur du charbon incandescent, gaz qui possède un pouvoir calorifique très grand et peut être utilisé aussi pour son pouvoir éclairant. — Sa fabrication étant économique, on comprend qu'on puisse mélanger du gaz à l'eau au gaz de houille et ainsi, grâce aux qualités éclairantes de l'un et au rendement économique de l'autre, on livre à la consommation un produit pas trop cher et utilisable pour l'éclairage.

Mais, disons-le immédiatement, en raison même des grandes quantités d'oxyde de carbone qu'elles contiennent, de telles combinaisons de gaz ont attiré l'attention par le nombre plus élevé d'accidents provoqués. C'est ainsi que M. Percy Frankland (1) a montré qu'à Boston « le mélange de gaz à l'eau au gaz d'éclairage tiré de la houille a augmenté considérablement le nombre des empoisonnements mortels par le gaz parmi les consommateurs ». Cet auteur a dressé un tableau montrant que la proportion de ces accidents croît avec la proportion de gaz à l'eau mélangée au gaz de houille :

	NOMBRE des consommateurs	NOMBRE de morts
1886. Pas de gaz à l'eau.....	29.554	0
1890. 8 p. 100 de gaz à l'eau.....	46.848	6
1895. 90 p. 100 — —	66.214	24
1897. 93 p. 100 — —	79.893	45

(1) *Annales d'hygiène et de médecine légale,* 3e série, t. XLV, 1901, p. 277.

Une commission, nommée en Angleterre en 1899 pour étudier cette question, a été d'avis de prohiber tout gaz de houille contenant plus de 20 p. 100 d'oxyde de carbone, ce qui correspond approximativement à un mélange à parties égales du gaz de houille et du gaz à l'eau.

Les dangers qui résultent des intoxications par le gaz, à doses plus ou moins diluées, sont assez grands et assez fréquents pour qu'on ait le droit de s'étonner que l'on tolère même cette proportion de 20 p. 100.

Le tiers environ de cette quantité est déjà une proportion très élevée pour un élément nuisible faisant partie d'un gaz que l'on est sans cesse exposé à absorber par les voies respiratoires : telle est cependant, comme nous l'avons vu, la quantité *minima* d'oxyde de carbone qui entre dans la composition du gaz à Paris et dans les grandes villes de France ; c'est précisément la recherche des effets de sa pénétration dans l'organisme et l'étude des intoxications consécutives qui forment l'objet du présent travail.

PREMIÈRE PARTIE

DES INTOXICATIONS RAPIDES

Par intoxications rapides nous comprenons les intoxications par le gaz d'éclairage qui, mélangé à l'air à doses massives, détermine des accidents immédiatement menaçants.

Nous étudierons successivement le mécanisme de ces intoxications, les signes qu'elles provoquent et surtout les particularités que présente l'analyse du sang chargé d'oxyde de carbone.

CHAPITRE PREMIER

Pathogénie.

§ 1. — Suicides et asphyxies accidentelles ; différents modes d'inhalation du gaz.

Nombreux sont les modes de pénétration du gaz d'éclairage dans l'air destiné à la respiration.

Intoxications rapides à doses massives. — Les intoxications volontaires (1) réalisent le type des intoxications que nous appellerons rapides à doses massives : des quantités considérables de gaz sont inhalées, les accidents sont presque instantanés et deviennent immédiatement menaçants pour la vie de l'individu.

Le gaz est introduit dans les voies respiratoires soit à l'aide d'un tuyau de caoutchouc placé dans la bouche (2) ou à quelque distance d'un lit sur lequel le sujet s'est préalablement étendu (3), soit après s'être couché sur le sol, en approchant le visage d'un appa-

(1) Les suicides par le gaz constituent un mode de suicide rarement signalé avant ces temps derniers (fin de l'année 1904) et encore assez rarement signalé en France.

(2) Affaire S. de Rouen, voir plus loin *Documents*, page 76 et suiv.

(3) Affaire V. d'Armentières, *idem.*, p. 75.

reil de chauffage non allumé, qui laisse échapper le gaz à flots par ses nombreux orifices (1). Il va sans dire que, dans ces cas, les portes et fenêtres ont été soigneusement fermées par les intéressés, qui désirent aspirer le plus de gaz possible avec l'air pénétrant dans leurs poumons.

Un autre type de pénétration brusque du gaz dans les voies respiratoires a été réalisé par des ouvriers gaziers qui amorçaient des conduites en aspirant fortement le gaz (2), et aussi par cet ouvrier attaché au service du ballon captif du Jardin d'Acclimatation, qui aspira tout d'un coup, à pleins poumons, à la suite d'une fausse manœuvre, le gaz amené à l'aérostat par une énorme conduite et fut asphyxié en quelques instants (3); on eut toutes les peines du monde à le rappeler à la vie. Mais, à vrai dire, ces circonstances d'inhalation brusque, volontaires ou accidentelles, ont été rarement observées.

Intoxications rapides à doses faibles. — Plus fréquentes et parfois méconnues sont les intoxications involontaires. Elles se font à doses plus ou moins faibles mais se produisant sans interruption pendant plusieurs heures. Elles sont favorisées par deux circonstances qui viennent masquer la pénétration du gaz : le sommeil des individus surpris par une fuite, et la filtration du gaz à travers le sol, filtration qui lui enlève son odeur caractéristique (4).

(1) Affaire X, voir plus loin *Documents*, p. 74.

(2) Voir deux observations de Sedillot, de Strasbourg.

(3) Observation du Dr Catuffe, rapportée par Laborde, voir plus loin *Documents*, p. 69.

(4) L'odeur du gaz d'éclairage passe quelquefois inaperçue (sans pour

1° *Fuites pendant le sommeil.* — Ce genre d'accidents est assez fréquent parmi les faits qui nous occupent.

L'air d'une chambre s'enrichit progressivement de gaz provenant d'une fuite survenue dans le voisinage immédiat (1). La cause en est : un robinet mal fermé, ou encore un tuyau de caoutchouc qui saute de l'embouchure sur laquelle il avait été glissé (2) et qu'une variation de pression aura d'autant plus aisément refoulé que le tuyau était ancien et plus ou moins lâche.

Le professeur Brouardel rapporte les cas de personnes intoxiquées pendant leur sommeil par le gaz s'échappant d'un bec mis en veilleuse (3). « Un certain nombre de personnes, dit-il, ont l'habitude de se coucher en laissant brûler en veilleuse le bec de leur chambre; le bec est presque fermé et le gaz brûle avec une petite flamme bleue. C'est là une grande imprudence. Il y a quelques années, un juge d'instruction, habitant rue de Médicis, fut trouvé, un matin, mort dans son lit : il avait succombé à une intoxication par le gaz d'éclairage, et voici comment :

« La pression du gaz varie incessamment ; vers minuit, à l'heure où les théâtres, les concerts et la plupart des

cela que le gaz ait été filtré par le sol) dans le cas où l'air s'enrichit de gaz progressivement, insensiblement : il y a une sorte d'accoutumance de l'odorat. L'observation, qui nous a été communiquée par le Dr Lortat-Jacob, est bien curieuse à cet égard. Voir plus loin *Documents*, p. 66.

(1) Une fuite produisant des accidents mortels peut ne s'être pas faite dans la pièce même, mais dans une pièce voisine; tel est le cas d'un Américain (cité par W. Taylor) qui périt victime d'une intoxication par le gaz, provenant d'une des chambres voisines où l'on avait oublié de fermer le compteur.

(2) Observations du Dr Lortat-Jacob et du Dr Martinet, voir plus loin *Documents*, p. 66 et 68.

(3) Brouardel, *les Asphyxies*, Paris, 1896, p. 120.

cafés se ferment, la pression augmente parce que la consommation se restreint. A d'autres heures, au moment par exemple où l'on allume les becs de gaz de la rue et ceux des magasins ou des ateliers, la pression diminue. Dans les deux cas, il peut se produire un sursaut qui suffit à éteindre la flamme d'un bec brûlant en veilleuse, le gaz s'échappe et vicie l'atmosphère. »

2° *Filtration du gaz à travers les couches du terrain.* — C'est aussi bien souvent pendant le sommeil que les fuites de ce genre surprennent les victimes, mais elles revêtent ce caractère particulier que le gaz, ayant filtré à travers le sol avant de pénétrer dans les habitations, y perd une partie de ses qualités odorantes, quelquefois même abandonne toute odeur.

La fuite se produit dans une canalisation de la rue, souvent à une assez grande distance de l'habitation où les personnes sont intoxiquées. Ce gaz se fraye un chemin parfois très long (1) et pénètre dans les caves des maisons. « Ces maisons sont chauffées, et le foyer fait appel et aspire le gaz. » (Brouardel.)

Ce gaz a perdu tout ou partie de son odeur en abandonnant dans les couches du terrain les hydrocarbures et l'oxyde de carbone *inodore* s'infiltre ainsi dans les habitations, où il produit des accidents d'autant plus redoutables que rien n'en révèle la présence.

Une des plus anciennes observations publiées concernant le gaz d'éclairage est l'intoxication de la

(1) 13 mètres dans le cas de la famille Biau. Observation de Caussé (d'Albi); 35 mètres dans l'observation rapportée par Kober (de Breslau). Voir *Index bibliographique*, p. 121.

famille Béringer (1), en 1840; sur six individus intoxiqués, cinq sont morts. La cause de l'accident était un siphon privé d'eau sous le sol de la rue.

La famille Biau (2) fut intoxiquée dans des conditions analogues : trois personnes intoxiquées; une mort.

D'autres observations assez semblables ont été rapportées par Cobelli, Lafargue (de Bordeaux), Kober (de Breslau), Tardieu, Chevallier et Legrand du Saule, etc. (3).

Dans les villes, le sol de la rue laisse continuellement filtrer une partie du gaz que les canalisations conduisent aux habitations. Il y a à Paris plus de 1.000 kilomètres de gaz et les fuites ininterrompues survenant dans un réseau aussi vaste sont une cause perpétuelle de mise en liberté d'oxyde de carbone inodore dans l'atmosphère urbaine.

Sans qu'il y ait de fissures proprement dites, les canalisations laissent échapper une partie du gaz : « Dans les meilleures canalisations il y a 10 et quelquefois 20 p. 100 de gaz perdu. » (Brouardel.) Il y a là un danger réel pour les habitants des villes qui, s'ils ne sont pas exposés à des accidents aigus d'intoxication rapide, dans les conditions que nous venons de rapporter, peuvent être frappés d'intoxication lente.

M. Gautier a signalé une trace d'oxyde de carbone dans l'air de Paris et M. Nicloux a constaté la présence de quantités moindres d'oxyde de carbone dans le sang des animaux vivant à la campagne que dans le sang de ceux vivant à Paris; et si les animaux sont transférés

(1) Tourdes, voir plus loin *Index bibliographique*, p. 121.
(2) Caussé (d'Albi), *ibid.*
(3) *Ibid.*

à Paris cette quantité d'oxyde de carbone augmente du double au triple.

Il s'échapperait par *mètre carré* du sol de Paris, d'après les calculs de M. Gautier, *huit litres d'oxyde de carbone* en vingt-quatre heures (1). C'est là une quantité qui n'est pas négligeable, et il est logique d'admettre que, parmi les causes d'augmentation d'oxyde de carbone dans le sang entre pour une grande part la mise en liberté continuelle du gaz désodorisé par le sol.

§ 2. — Fixation de l'oxyde de carbone sur les globules rouges du sang.

Des différents éléments du gaz d'éclairage on s'est demandé quel était le principal, peut-être le seul élément nuisible.

Les fortes proportions d'oxyde de carbone qui, nous l'avons vu précédemment, entrent dans la composition de ce mélange gazeux, ont depuis longtemps attiré l'attention des physiologistes, et les accidents causés par le gaz d'éclairage ont été mis sur le compte de l'oxyde de carbone.

Mais d'autres gaz, l'acétylène, le propylène, l'éthylène, le formène ont été soupçonnés de jouer un rôle dans les intoxications que nous étudions. Ces corps ont fait, ces années dernières, l'objet de travaux spéciaux.

Avant d'en parler nous traiterons tout d'abord du rôle de l'oxyde de carbone.

(1) Cité par Langlois, *Précis d'hyg. publ. et privée*, p. 108.

Affinité de l'oxyde de carbone pour l'hémoglobine. — Il y a près de cinquante ans que Claude Bernard (1) a montré quel était le mécanisme de l'intoxication par l'oxyde de carbone ; la substitution de ce gaz à l'oxygène dans l'hémoglobine est un fait aujourd'hui bien connu, et la rapidité avec laquelle s'effectue cette substitution met en évidence la grande affinité de ce gaz pour les globules rouges. D'après les expériences de M. Grehant, un chien, qui respire de l'air contenant un dixième d'oxyde de carbone pendant une minute et quelques secondes, possède déjà une proportion de 18,4 pour 100 d'oxyde de carbone dans le sang ; alors que la quantité d'oxygène a diminué (2).

La substitution se fait à volume égal et le sang s'appauvrit en hémoglobine. Comme dans tous les états pathologiques amenant l'*appauvrissement du sang en hémoglobine*, il y a, peut-on dire, « oligochromhémie » (3).

L'hémoglobine s'est transformée en un composé « hémoglobine oxycarbonée », plus stable que la combinaison de cette même hémoglobine avec l'oxygène, et, la vitalité des globules étant altérée, ceux-ci ne sont plus aptes à remplir leur fonction.

L'hémoglobine oxycarbonée est une combinaison qui jouit d'une certaine stabilité ; M. Grehant a constaté que, durant les vingt premières minutes après l'intoxication, c'est en vain que l'on introduit et renouvelle l'air dans les poumons (4).

(1) Claude Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses.* Paris, 1857, page 157.

(2) Gréhant, *Académie des sciences,* séance du 30 mai 1870.

(3) Chantemesse et Podwyssotsky, *les Processus généraux.*

(4) Gréhant, *Académie des sciences*, 2 décembre 1904.

En déterminant les altérations de l'hémoglobine, l'oxyde de carbone n'agit pas comme un gaz asphyxiant, uniquement impropre à la respiration ; c'est un gaz toxique, on l'admet depuis Claude Bernard ; il n'a pas seulement un rôle analogue aux gaz inertes (hydrogène, acide carbonique), il a une action sur les centres nerveux et détermine les accidents par inhibition, peut-être par spasme des petits vaisseaux de bulbe.

On pourrait trouver une preuve de la toxicité de l'oxyde de carbone dans les grandes variations du taux de ce gaz recueilli dans le sang après la mort. Celle-ci survient tantôt lorsque le sang a fixé 2,52 p. 100 d'oxyde de carbone (1), tantôt lorsqu'il a fixé 17,8 (2). Dans nos expériences sur les animaux intoxiqués (3), on trouvera des différences extrêmement variables entre les quantités d'oxyde de carbone fixées dans le sang et ayant déterminé la mort : 3,20 p. 100 et 21 p. 100 sont les chiffres extrêmes que nous a révélés l'analyse chimique dans le cours de nos expériences.

On pourrait trouver une autre preuve de la toxicité de l'oxyde de carbone dans les observations de M. Garnier : observations d'individus intoxiqués (4) survivant à leur intoxication ou mourant vingt-quatre heures après, et dans le sang desquels on n'a pas retrouvé trace d'oxyde de carbone à l'examen du sang. Il y aurait possibilité de disparition du gaz toxique dans le sang des victimes.

(1) Voir plus loin *Documents,* affaire B.., p. 72.
(2) *Idem,* affaire X..., p. 74.
(3) Voir plus loin p. 40 et suivantes.
(4) Communication de M. Garnier à la Réunion biologique de Nancy, 7 juin 1903, in *Mémoires de la Société de Biologie,* 1903, p. 761.

Telle est du moins la conclusion de cet observateur.

Ceci nous amène à dire un mot de l'élimination de l'oxyde de carbone. M. Grehant a conclu, après expériences, que l'élimination de l'oxyde de carbone est assez rapide et qu'elle a lieu en nature. De Saint-Martin (1) est d'un avis différent : il conclut qu'une proportion assez élevée du gaz disparaît (probablement elle se transforme en acide carbonique), que l'exhalation en nature, active au début, décroît, puis qu'à partir de la troisième heure, l'élimination se fait surtout par destruction chimique du poison. M. Ogier (2) dit à ce sujet qu'en définitive, « les expériences de Saint-Martin tendent à montrer qu'il y a une part de vérité dans chacune des opinions inverses soutenues à propos de l'élimination de l'oxyde de carbone ».

La durée de l'élimination a donné lieu à des évaluations assez différentes, suivant les auteurs : M. Pouchet et M. Ogier ont cité des expériences dans lesquelles ils avaient retrouvé l'oxyde de carbone après 60 heures (3) et après 70 heures (4). Pour Haldane, 6 heures suffiraient pour l'élimination du poison; pour Wesche, 2 heures.

Nous avons dit plus haut que, dans les cas observés par M. Garnier, l'élimination avait été très rapide, même lorsque la mort avait succédé à quelques heures de survie.

(1) De St-Martin. *Recherches expérimentales sur la Respiration,* Paris, 1893, Doin, éditeur.

(2) Ogier. *Traité de chimie toxicologique.* Paris, 1899, Doin, éditeur, p. 67.

(3) Pouchet, in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e sér. t. XX, p. 361.

(4) Ogier, in *Ann. d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. XXII, p. 276.

La solution de ce problème de l'élimination du poison repose certainement sur des données qui ont échappé jusqu'ici aux observateurs.

Hydrocarbures du gaz d'éclairage. — L'*acétylène* n'entre qu'en très faible quantité dans le gaz d'éclairage. Des auteurs (Liebreich, Bistrow) ont admis une combinaison de l'acétylène avec l'hémoglobine. Un travail de Brociner a donné sur la toxicité de ce gaz des indications différentes. D'après ses expériences, le sang chargé d'acétylène n'offre à l'examen spectroscopique aucun signe particulier; s'il y a combinaison entre l'acétylène et l'hémoglobine, cette combinaison est éminemment instable; l'acétylène n'est pas sensiblement toxique par lui-même.

Le *propylène*, qui n'existe dans le gaz d'éclairage qu'en proportion minime serait, d'après Bruneau (1), irrespirable, mais nullement toxique.

Le *formène* (ou méthane) et l'*éthylène*, étudiés par Cruz (2), existeraient, mais en proportions infinitésimales, dans le sang des animaux intoxiqués par le gaz d'éclairage.

En résumé, dans l'état actuel des recherches sur la toxicité des éléments du gaz d'éclairage, l'oxyde de carbone semble jouer le principal rôle.

Accessoirement il n'est pas invraisemblable de supposer que des carbures d'hydrogène (éthylène, formène)

(1) Bruneau, *Empoisonnement par le gaz d'éclairage*, Thèse 1885.

(2) G. Cruz, *Travaux du Laboratoire de Toxicologie (Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. XXXIX), 1898, page 385.

interviennent pour altérer eux aussi la composition du sang, puisque des traces de ces carbures ont pu être décelées dans le sang des animaux intoxiqués par le gaz d'éclairage.

CHAPITRE II

Signes de l'intoxication. Recherche et dosage de l'oxyde de carbone dans le sang.

§ 1. — Physiologie des accidents et lésions anatomiques.

La *symptomatologie* des accidents occasionnés par les intoxications à doses élevées de gaz d'éclairage n'est pas exactement la même suivant la quantité de gaz absorbée.

Lorsque l'intoxication se fait en masse, les sujets tombent comme foudroyés, sans connaissance et sans mouvement; et ils succombent rapidement, si l'on ne vient pas à leur secours. Dans quelques cas on aurait noté tout d'abord des convulsions dans les extrémités. Mais ces symptômes ne doivent se montrer que rarement, car dans les expertises médico-légales on ne constate aucun désordre qui puisse leur être attribué (1).

Lorsque l'intoxication est moins rapide, les symptômes habituellement observés sont tout d'abord une céphalalgie qui va rapidement en augmentant, et qui s'accompagne de resserrement dans les tempes, de vertige et d'hallucination si le sujet reste exposé aux éma-

(1) Brouardel, *les Asphyxies*, p. 26.

nations gazeuses. Puis surviennent une douleur rétro-sternale violente, signalée tout d'abord par Claude Bernard, des bâillements, des nausées et quelquefois des vomissements.

Si l'intoxication continue, le malade entre dans une seconde période. Il tombe dans un état d'impotence absolue ; il est incapable de se lever, de fuir, et bientôt il n'a plus de volonté, inconscient du danger qu'il court.

Cette phase, dont la durée est très variable, est suivie d'une troisième période caractérisée par un coma plus ou moins profond, pendant lequel le malade a perdu toute connaissance. Presque tous les réflexes sont abolis ; la face se cyanose, le corps se couvre de plaques rosées ou bleuâtres : les membres sont tantôt contracturés, tantôt secoués de tremblements survenant par accès, tandis que les mouvements respiratoires et les battements du cœur se font encore plus ou moins régulièrement. Cet état comateux peut se prolonger un certain temps, quelquefois deux ou trois jours (Brouardel), puis les mouvements respiratoires se précipitent, les battements cardiaques augmentent de fréquence en même temps qu'ils s'affaiblissent, et la terminaison fatale a lieu. Parfois la mort survient, même après une amélioration momentanée de tous les symptômes, lorsque le malade a été retiré du milieu asphyxiant et alors que la guérison paraissait assurée : on l'a attribuée dans ces cas à une paralysie bulbaire.

Lorsque le malade est secouru à temps et échappe à la mort, l'intelligence reparaît peu à peu, la respiration devient plus profonde et plus régulière, et les bat-

tements du cœur sont mieux frappés; bientôt toutes les fonctions de l'économie se réveillent et tendent à reprendre leur état normal. Mais souvent ce n'est qu'à la longue que les derniers vestiges de l'intoxication finissent par disparaître.

Les accidents aigus passés, le malade peut encore se ressentir pendant un certain temps de son intoxication, pour peu que celle-ci ait été grave et prolongée. Il n'est pas rare, en effet, de voir survenir différents troubles morbides, qui ont été souvent décrits et que nous ne faisons que signaler ici. Ce sont en particulier des paralysies diverses, des contractions ou des convulsions, des tremblements; de l'anesthésie avec ou sans troubles moteurs; des troubles sensoriels, troubles de la vue, de l'ouïe, de l'odorat; des troubles cérébraux (amnésie, excitation maniaque) et surtout un certain degré d'anémie, qui résulte de l'altération des globules par l'oxyde de carbone, et qui souvent ne cède qu'à un traitement prolongé.

Lésions anatomiques. — Lorsqu'un sujet a succombé à une intoxication rapide par le gaz d'éclairage, on constate sur son cadavre les phénomènes suivants : la peau présente une teinte spéciale rosée, plus foncée dans les parties déclives où se voient des plaques rouges ou de couleur vineuse, notamment à la face interne des cuisses, aux jarrets, aux coudes, etc. Cette coloration, qui persiste un certain temps, tient à ce que le sang oxycarboné est rutilant comme le sang artériel, et il est refoulé à la périphérie par le développement des gaz dans l'abdomen.

La putréfaction ne se fait que lentement, tardivement,

le sang oxycarboné étant sans doute impropre au développement des agents qui la déterminent.

Dans le cerveau on constate de la congestion, souvent de l'apoplexie capillaire, des hémorragies cérébrales ou méningées, quelquefois des foyers de ramollissement. Dans les poumons il y a également un certain degré de congestion, parfois des ecchymoses pleurales, des noyaux de broncho-pneumonie. MM. Brouardel, Descoust et Ogier (1) ont trouvé des *lésions de la muqueuse gastro-intestinale :* de simples piquetés hémorragiques ou d'assez larges plaques hémorragiques noirâtres sous-muqueuses, fréquentes du côté de l'intestin grêle et surtout au niveau du petit bassin. Ces lésions *apparaissent dans la moitié des cas.*

Il y a arrêt de la digestion comme il y a arrêt de la putréfaction.

Toutes ces lésions, sauf la coloration rosée de la peau, et les lésions de la muqueuse gastro-intestinale, sont peu caractéristiques, et par cela même n'ont qu'une importance relative. Il n'en est pas de même des caractères que présente l'analyse du sang, qui, elle, offre toujours des particularités remarquables.

§ 2. — Examen spectroscopique du sang.

La recherche de l'oxyde de carbone dans le sang est facile, grâce à l'emploi du spectroscope. Lelorrain est un des premiers en France qui ait appliqué la spectroscopie à cette recherche.

(1) Brouardel, Descoust et Ogier, Un cas d'empoisonnement par l'oxyde de carbone, in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. XXXI, année 1894.

Le sang dilué d'eau est placé dans une petite cuve de verre (M) à faces parallèles placée devant la fente d'un spectroscope.

Pour bien voir les différences de réduction, on super-

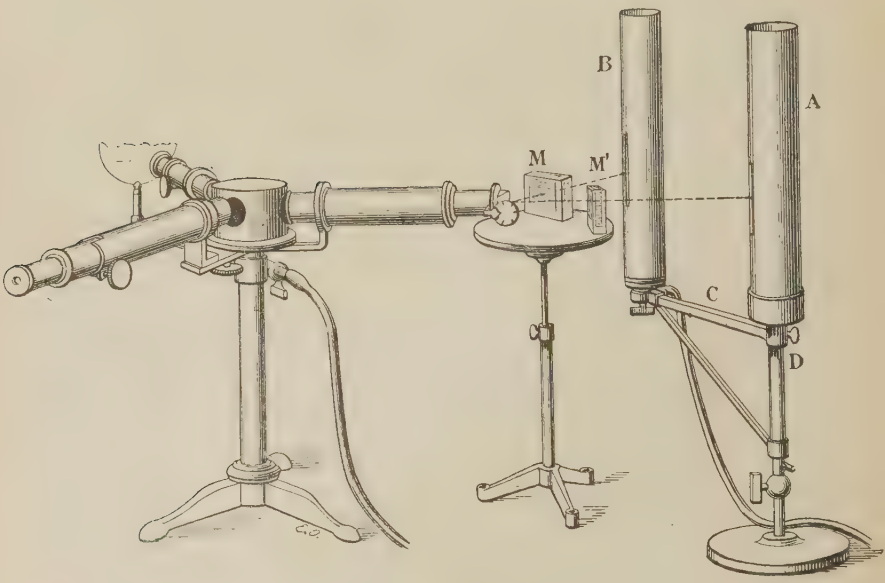

Fig. 1. — Spectroscope.

pose utilement les deux spectres du sang normal et oxycarboné afin d'avoir un spectre de comparaison. On met donc également devant la fente du spectroscope une cuve (M') contenant du sang normal dilué d'eau. Chacune des cuves est éclairée par une source lumineuse différente (A et B.)

Le sang normal donne dans le spectre deux bandes d'absorption, situées entre les raies D et E. « Sous l'influence de certains agents réducteurs, en particulier du

sulfhydrate d'ammoniaque, ces bandes disparaissent et se fondent en une seule qui occupe à peu près l'espace intermédiaire compris entre les deux bandes primitives.

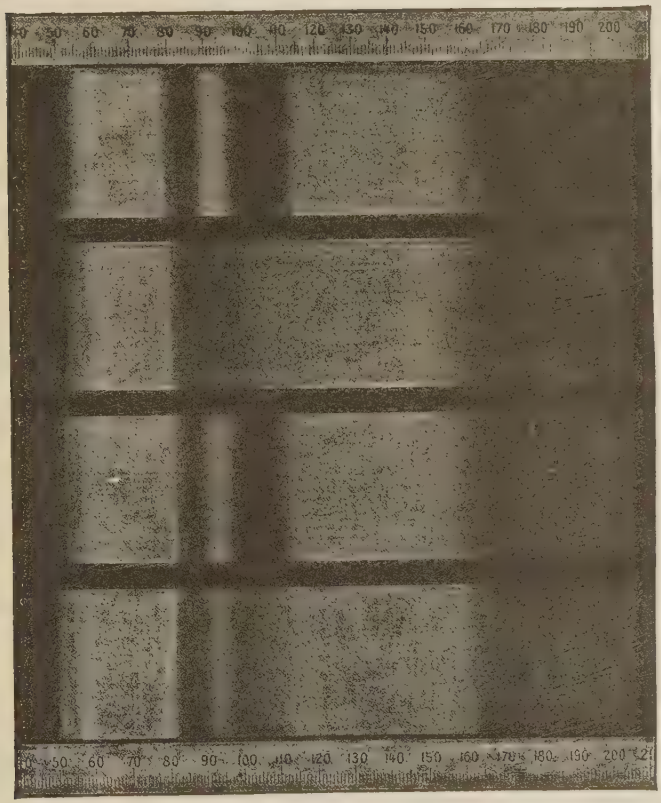

Fig. 2.

I. Spectre du sang normal. — II. Spectre du sang normal après addition de sulfhydrate d'ammoniaque. — III. Spectre du sang contenant de l'oxyde de carbone, avant ou après addition de sulfhydrate. — IV. Spectre du sang contenant peu d'oxyde de carbone, après addition de sulfhydrate.

Si le sang est celui d'un individu empoisonné par l'oxyde de carbone, le spectre d'absorption est le même, à de minimes différences près ; mais en présence du sulfhydrate d'ammoniaque la réduction ne se produit pas : ce qui différencie immédiatement le sang normal du sang oxycarboné (1). »

La sensibilité de la réaction spectroscopique est assez approximative au-dessous de certaines doses d'oxyde de carbone fixé sur l'hémoglobine. MM. Ogier et Vibert ont trouvé que la réaction cessait d'être appréciable lorsque la quantité d'hémoglobine oxycarbonée était inférieure au *dixième* de l'hémoglobine oxygénée.

Pour M. de Saint-Martin, cette quantité serait trop faible (2).

Dans les réactions spectroscopiques faites au cours de nos expériences sur les chiens (voir plus loin, page 40 et suivantes), nous avons *toujours* trouvé la réaction positive ; nous avons opéré, il est vrai, sur des quantités assez élevées d'hémoglobine oxycarbonée. La quantité la moins élevée d'oxyde de carbone trouvé dans le sang de nos expériences était $3^{cc}20$ p. 100^{cc} : dans ce cas aussi la réaction spectroscopique a été positive.

§ 3. — Extraction des gaz du sang à l'aide de la trompe à mercure. — Analyse chimique.

Différents procédés chimiques ont été mis en œuvre pour doser l'oxyde de carbone du sang.

(1) Brouardel et Ogier, *Documents sur les travaux du Laboratoire de toxicologie* (1891), Baillière, édit., p. 25.

(2) De Saint-Martin, *Recherches expérimentales sur la Respiration.*

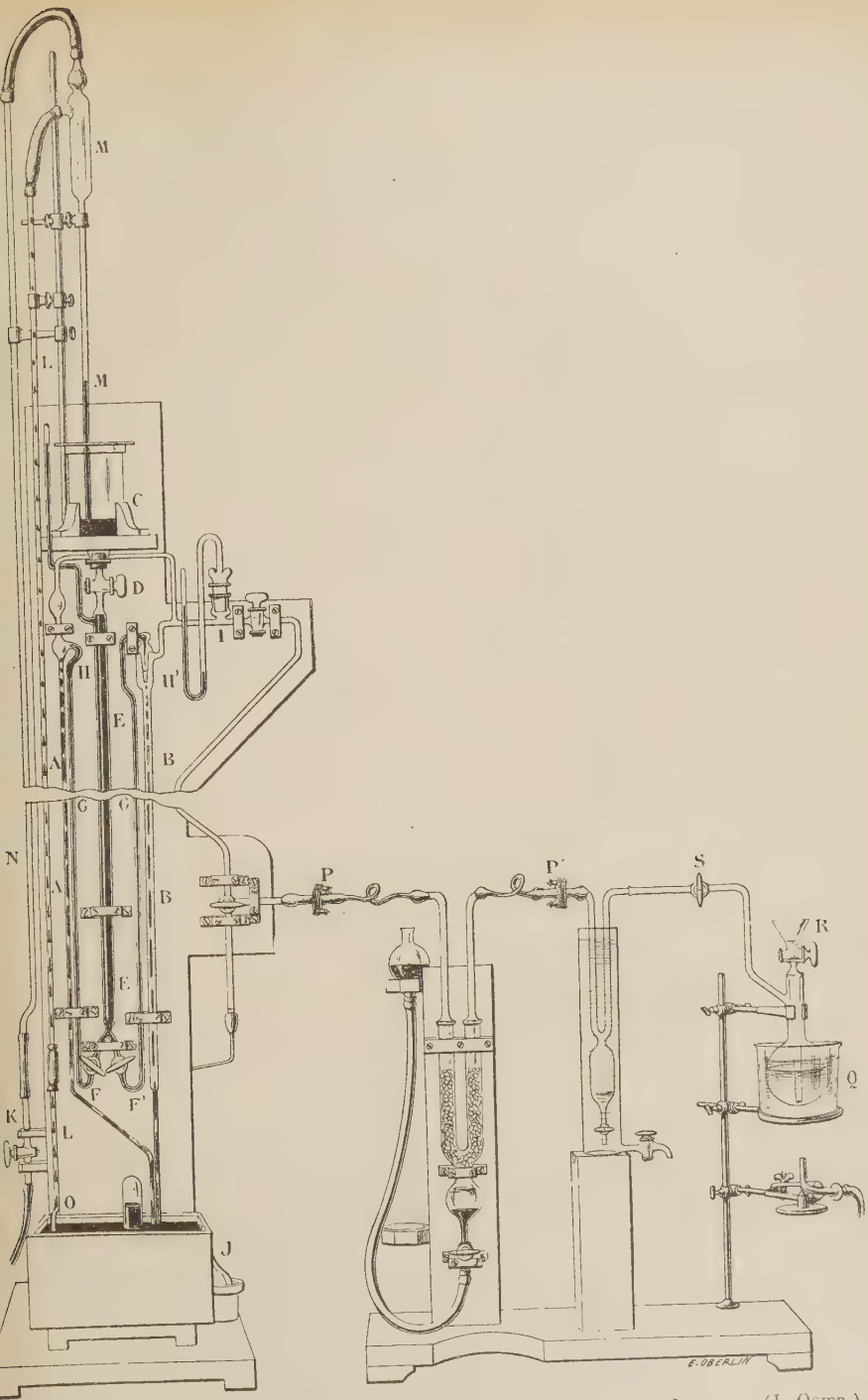

Fig. 3. — Trompe à mercure et dispositif pour l'extraction des gaz du sang. (J. Ogier.)

On peut, dans les gaz extraits du sang à l'aide d'une trompe à mercure, doser l'oxyde de carbone à l'aide du grisoumètre de M. Gréhant ou bien à l'aide du *chlorure cuivreux*. C'est ce dernier réactif, très sensible, que nous avons utilisé dans nos expériences.

Le chlorure de palladium, employé pour cette recherche, sert aussi à la recherche de l'oxyde de carbone dans l'air.

Dans le sang coagulé l'extraction est plus délicate M. Nicloux a indiqué un procédé intéressant (1).

Nous n'y avons pas eu recours, ayant toujours eu à notre disposition du sang liquide, et nous avons procédé comme on fait habituellement au Laboratoire de toxicologie de la Préfecture de police. M. Ogier se sert d'une trompe à mercure, qu'il a modifiée spécialement pour l'extraction du gaz du sang, et soumet ultérieurement ce gaz à l'action du chlorure cuivreux.

Au moyen de cet appareil on fait le vide dans un ballon (Q, fig. 3) dans lequel, tout l'air étant extrait, on introduit une certaine quantité de sang, soit 50 centimètres cubes, par un entonnoir à robinet R qui surmonte la fermeture du ballon. En faisant cette manœuvre, pour éviter l'entrée de l'air dans le ballon, on a soin de recouvrir d'une petite quantité d'huile la surface du sang dans l'entonnoir. Puis on introduit par le même procédé une égale quantité d'acide tartrique pour faciliter la mise en liberté du gaz du sang.

On chauffe au bain-marie à une température de 50° à 60°. Un tube en U entre les rodages S et P′ sert à conden-

(1) Nicloux, in *Comptes rendus de la Société de Biologie*, janvier 1903.

ser la plus grande partie de la vapeur d'eau entraînée; il plonge dans un récipient où l'on a mis de l'eau et de la glace pilée. A ce tube fait suite un autre tube en U, entre les rodages P′ et P, appareil desséchant à boules de verre imprégnées d'acide sulfurique.

Les gaz mis en liberté dans le ballon, sous l'influence du vide, sont aspirés par le jeu de la trompe, après s'être débarrassés de la vapeur d'eau dans les tubes précédemment décrits.

Les bulles de gaz entraînées sont finalement recueillies sur la cuve à mercure O dans une éprouvette en verre.

Ajoutons que l'aspiration et l'entraînement du gaz du ballon dans la trompe et vers l'éprouvette sont produites précisément par la chute du mercure le long des tubes qui forment le corps de l'appareil. Cette trompe peut fonctionner pendant des heures sans qu'il soit nécessaire de la surveiller continuellement, car le réservoir à mercure C, situé en haut de l'appareil et destiné à alimenter les « chutes » A et B, est alimenté à son tour par un dispositif automatique.

On comprend facilement qu'au bout d'un certain temps de fonctionnement le réservoir du haut serait épuisé et le mercure qui en découle finirait par faire déborder la cuve du bas (O). Pendant longtemps on était obligé de surveiller constamment l'opération et de remonter à la main l'excès de mercure dans le réservoir : grâce au dispositif actuel l'excès de mercure est aspiré automatiquement par un tube ouvert à fleur de surface sur la cuve du bas.

Les gaz recueillis dans l'éprouvette, on se débarrasse de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'hydrogène

sulfuré en introduisant dès le début de l'extraction 2 centimètres cubes de solution saturée de *potasse* et un fragment d'*acide pyrogallique* avec un peu d'eau. Le gaz qui reste n'est plus composé que d'azote et d'oxyde de carbone.

On mesure dans une éprouvette graduée la hauteur du volume d'air restant. Puis on introduit 1 centimètre environ de *solution chlorhydrique de chlorure cuivreux* et on agite. Le chlorure cuivreux absorbe l'oxyde de carbone. On mesure de nouveau la hauteur du volume gazeux restant. On fait la différence entre ce chiffre et le chiffre trouvé précédemment : cette différence représente le chiffre de la quantité d'oxyde de carbone recueilli dans l'expérience.

§ 4. — Expériences.

Inhalation de gaz à doses massives et à doses faibles. — Inhalation à doses progressivement décroissantes. — Expériences comparatives (alcool, asphyxie par les vapeurs de charbon).

Nous nous sommes proposé, dans les expériences faites sur quatorze chiens, de rechercher les rapports de l'oxyde de carbone, trouvé à l'analyse du sang, avec les *plus ou moins fortes proportions* de gaz d'éclairage mélangées à l'air que les animaux respiraient.

Pour cela nous avons fait construire un tube de verre à trois ouvertures permettant un double courant d'air, grâce à deux soupapes métalliques s'ouvrant en sens inverse, l'une commandant l'air de l'aspiration, l'autre l'expiration (voir la figure 4).

L'air de l'aspiration provenait d'un ballon de caoutchouc (voir la figure 5) d'une contenance de 30 litres et

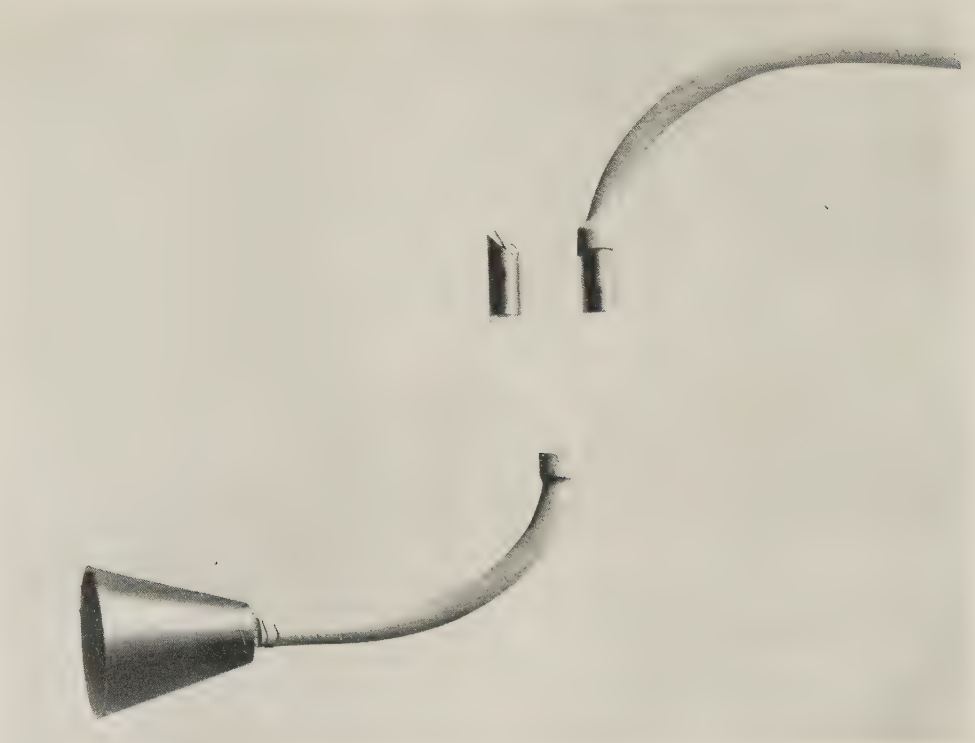

Fig. 1. — Tube construit sur les indications de l'auteur, pour permettre l'aspiration et l'expiration des gaz sans mélange.

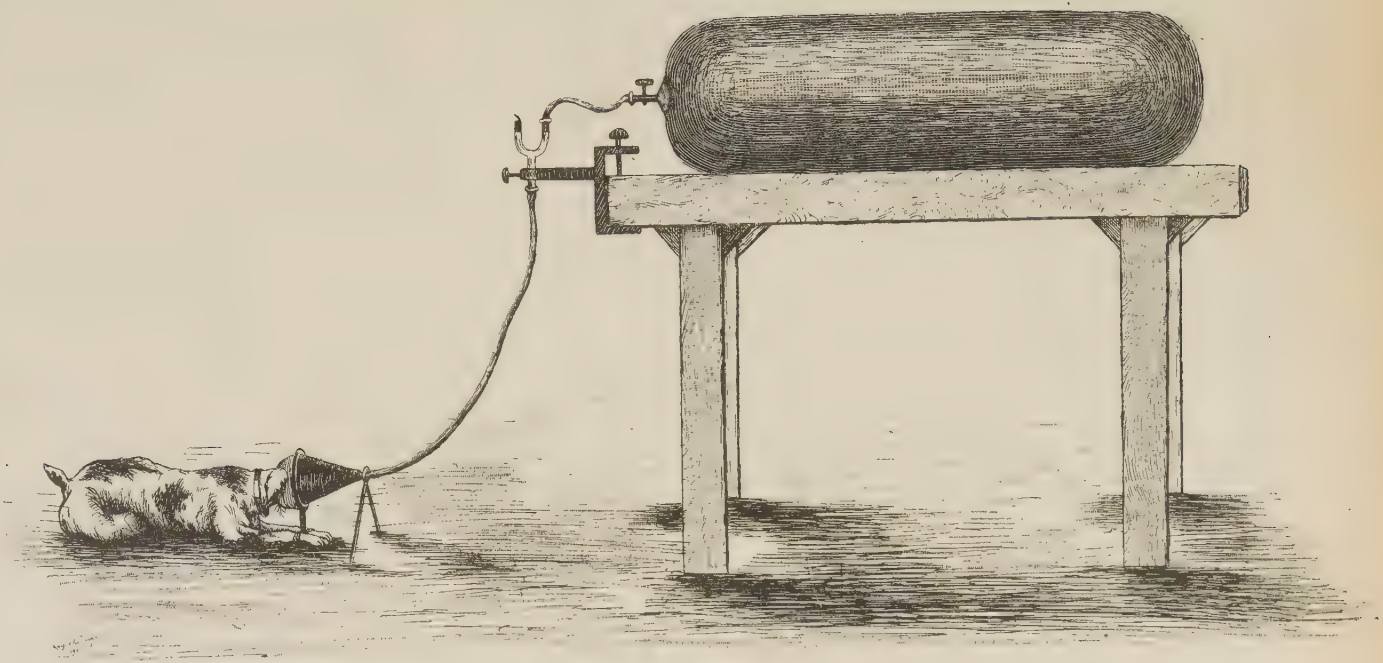

Fig. 5. — Dispositif des expériences.

renfermant le mélange gazeux dans lequel le gaz d'éclairage entrait en proportions bien déterminées.

L'air de l'expiration était rejeté à l'extérieur, et ne pouvait se mêler qu'en proportions extrêmement faibles, dans le tube, avec l'air venu du ballon de caoutchouc.

L'orifice inférieur du tube, muni d'un tube de caoutchouc, aboutissait à une muselière ayant à peu près la forme d'un entonnoir, également en caoutchouc, solidement fixée au museau du chien. Le pourtour de la muselière était soigneusement maintenu par des bandes de caoutchouc, si bien que toutes les précautions étaient prises pour que l'animal n'aspirât et n'expirât pas la moindre quantité de gaz en dehors de l'appareil.

Dès que le contenu du ballon était près d'être épuisé, un autre ballon, contenant un mélange gazeux identique, était substitué au précédent.

Tout le temps de l'expérience, l'animal était maintenu en place par un aide.

Expérience n° 1

Chien vigoureux pesant 12 kil. 700.

Asphyxie par du *gaz pur*.

L'animal se débat pendant la première minute, puis l'agitation cesse; il y a une émission d'urines; au bout de 3 minutes et demie la respiration s'établit ample, profonde et régulière; l'engourdissement est complet.

Les battements du cœur augmentent de fréquence et diminuent d'intensité.

Au bout de 4 minutes et demie la respiration cesse, le cœur continue à battre pendant 30 secondes.

Cinq minutes après le début de l'asphyxie, la mort survient.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 15cc,8 pour 100cc de sang.

Expérience n° 2

Chien vigoureux, plus gros que le précédent; il pèse 14 kil. 500.

Asphyxie par du *gaz pur.*

Au début, agitation. A la troisième minute après le début de l'asphyxie, l'animal a quelques respirations profondes.

Puis émission d'urines. Défécation.

Ensuite, nouvelles respirations profondes.

La respiration s'arrête 4 min. 30 sec. après le début de l'asphyxie.

Le cœur continue à battre pendant une minute environ. La mort est donc survenue en 5 minutes 1/2.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 18cc,80 pour 100cc de sang.

Les deux expériences suivantes ont été faites à l'aide d'un mélange de gaz et d'air dans la proportion de 75 de gaz pour 25 d'air, mais la seconde presente cette particularité que l'animal avait été alcoolisé auparavant.

Expérience n° 3

Chien d'apparence chétive, maigre, au thorax étroit. Pesant 7 kil. 500.

Dose du gaz : 75 pour 100.

L'agitation du début est de courte durée.

Engourdissement rapide.

Les contractions cardiaques sont constamment faibles.

Cinq minutes et demie après le début, syncope respiratoire ; arrêt du cœur 40 secondes plus tard. Mort après 6 min. 10 secondes.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 7^{cc} pour 100^{cc} de sang.

Expérience n° 4

Chien maigre, pesant 5 kilogs.

A l'aide d'une sonde on lui introduit dans l'estomac 30 grammes d'alcool à 50 pour 100. Après étourdissement et chute, l'animal se relève et marche péniblement.

Un quart d'heure après on commence l'asphyxie. Même dosage que l'expérience précédente : 75 pour 100.

A l'agitation du début succède une période de respirations de moyenne intensité, régulières et qui conservent leur régularité pendant tout le temps de l'expérience. — Les contractions cardiaques sont fortes.

Six minutes après le début : mort.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 21^{cc} pour 100^{cc} de sang.

Expérience n° 5

Chien maigre, pesant 7 kil.

Cet animal refuse de boire et de manger.

Il a l'air chétif et apeuré.

Asphyxie à l'aide d'un mélange de 50 pour 100 de gaz et d'air.

Agitation faible.

Syncope respiratoire après 15 minutes.

Arrêt du cœur 1 minute plus tard.

Donc : mort au bout de 16 minutes.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 3^{cc},20 pour 100^{cc} de sang.

Expérience n° 6

Chien petit mais assez fort pour sa taille. Pèse 6 kilos.

Même proportion de gaz (50 pour 100).

Agitation assez grande, au début. Engourdissement rapide.

Grandes respirations précédant la syncope respiratoire qui survient après 7 minutes. Arrêt du cœur seulement 3 minutes plus tard. Donc mort en 10 minutes.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 10cc,90 pour 100cc de sang.

Expérience n° 7

Chien vigoureux, au thorax développé.

Pesant 9 kil. 400.

Même proportion de gaz (50 pour 100).

Grande agitation 3 minutes seulement après le début de l'asphyxie. Ce chien se débat et pousse de petits hurlements.

Mort : 7 minutes 15 secondes après le début.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 14cc,60 pour 100cc de sang.

Pour les deux expériences suivantes, deux chiens de même poids et paraissant aussi vigoureux l'un que l'autre.

L'un a été asphyxié par le gaz (25 de gaz pour 75 d'air), l'autre par les vapeurs de charbon.

Expérience n° 8

Chien pesant 6 kil., de vigueur moyenne.

Asphyxié par le gaz (25 pour 100). Agitation du début, de moyenne intensité. Mort après 25 minutes.

Analyse du sang :

Peu d'oxygène dans le sang.

Oxyde de carbone : 12cc,20 pour 100cc de sang.

Expérience n° 9

Chien pesant 6 kil.

Placé dans une pièce mesurant 4 mètres cubes et maintenu de force à une distance de 80 centimètres d'un réchaud à charbon de bois.

L'expérience est surveillée du dehors à travers un carreau.

Agitation pendant quatre minutes 15 secondes.

L'animal tombe ensuite dans le coma.

Mort au bout d'une heure 5 minutes.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 7cc,60 pour 100cc de sang.

Analyse de l'air de la pièce :

(Analyse faite au même moment, l'air ayant été prélevé à une distance de 80 cent. du réchaud) :

Oxyde de carbone dans l'air : 0,55 pour 100.

Expérience n° 10

Chien d'apparence faible. Thorax étroit.

Refuse toute nourriture.

Poids : 6 k. 500.

Asphyxié comme dans l'expérience n° 8 avec 25 de gaz pour 75 d'air.

A présenté deux crises d'agitation suivies de diminution d'amplitudes de la respiration et d'engourdissement.

Avant la mort plusieurs grandes aspirations.

Mort après 15 minutes.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 4cc,37 pour 100cc de sang.

Expérience n° 11

Chien maigre. Pesant 5 kil. 500.

A refusé toute nourriture.

Proportion de gaz : 12,5 de gaz pour 87,50 d'air (12,5 pour 100, soit le 8e).

Agitation faible suivie d'engourdissement.

Les dernières minutes qui ont précédé la mort, tremblements convulsifs dans les pattes.

Mort : 41 minutes après le début de l'asphyxie.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 4cc,61 pour 100cc de sang.

Expérience n° 12

Chien vigoureux. Pesant 7 kil.

A un thorax très développé.

Proportion de gaz : comme dans l'expérience précédente : 12,50 pour 87,50.

Agitation de courte durée.

19 minutes après le début de l'asphyxie, l'animal fait de grandes respirations, profondes et régulières.

Syncope respiratoire 25 minutes après le début. Mort une minute plus tard, soit après 26 minutes.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : 13cc,20 pour 100cc de sang.

Expérience n° 13

Chien assez vigoureux, pesant 8 k. 700.

Proportion de gaz : au seizième (6,25 de gaz pour 93,75 d'air).

Après une courte agitation, l'animal se calme. Puis survien-

nent deux nouvelles crises de courte agitation à un quart d'heure d'intervalle.

Mort : 1 heure 24 min. après le début de l'asphyxie.

L'analyse quantitative du sang n'a pas été faite pour cette experience.

L'examen spectroscopique a révélé très nettement la présence d'oxyde de carbone dans le sang.

Expérience n° 14

Chien maigre et assez vigoureux.

Poids : 7 kil. 500.

Proportion de gaz : au 32e environ (exactement : 3,125 de gaz pour 96,875 d'air).

La durée de l'asphyxie s'est prolongée près de quatre heures (3 heures 57 minutes).

Commencée à 3 heures 17 de l'après-midi.

A 3 h. 26, crise d'agitation jusqu'à 3 h. 29.

A 3 h. 29 l'engourdissement commence.

A 3 h. 43, courte crise.

A 3 h. 54, courte crise. (Pouls : 140).

A 4 h. 5, cris plaintifs.

A 4 h. 15, 4 h. 21, 5 heures 48, cris plaintifs.

A 4 heures 30 le pouls est à 150.

A 5 heures 48 le pouls est à 180.

Le ventre se creuse, les mouvements du diaphragme sont de moins en moins forts.

L'animal ne pousse plus de cris.

A 6 heures 1/2 il est pris de tremblements convulsifs dans les pattes.

A 7 heures 14 min. mort.

Analyse du sang :

Quantité d'oxygène appréciable.

Oxyde de carbone : 15cc,6 pour 100cc de sang.

§ 5. — **Discussion des expériences ; comparaison avec les expériences et les expertises médico-légales faites antérieurement.**

Le point le plus curieux de nos expériences nous paraît être les écarts numériques constatés dans les quantités d'oxyde de carbone recueillies dans le sang des animaux et leur absence de proportionnalité relativement à la dose de gaz diluée dans l'air et relativement au temps que dure l'asphyxie.

Les *conclusions* (1) qui se déduisent de nos expériences sont, à vrai dire, *tout autres que celles auxquelles nous nous attendions ;* en faisant varier les doses du gaz d'éclairage dans le mélange gazeux que nous faisions respirer aux chiens nous pensions à priori que les quantités respectives d'oxyde de carbone recueilli dans le sang après chaque expérience seraient proportionnelles aux doses de gaz mélangées à l'air et que par suite on pourrait tirer des conclusions qui auraient pu être utilisées ultérieurement dans les expertises médico-légales. Mais nous avons constaté, non sans étonnement, qu'il n'en est rien ; que l'intoxication est pour ainsi dire dominée par un élément étranger au mode d'intoxication, élément qui échappe à l'analyse et qui, pour nous, n'est autre que la constitution particulière du sujet intoxiqué (2), ou l'état de résistance organique au moment de l'intoxication.

Récapitulons les *quantités d'oxyde de carbone* en regard des *proportions de gaz* inhalées :

(1) On trouvera nos Conclusions formulées à la fin de notre travail, page 117.

(2) Voir *Documents*, page 72.

	Chiffres d'oxyde de carbone.	Expériences.
Gaz pur.	15,80 %	(N° 1).
	18,80 —	(N° 2).
Mélange à 75 de gaz pour 25 d'air (75 %).	7, —	(N° 3).
	21, —	(N° 4).
Mélange à 50 %.	3,20 —	(N° 5).
	10,90 —	(N° 6).
	14,60 —	(N° 7).
Mélange à 25 %.	12,20 —	(N° 8).
	4,37 —	(N° 10).
Mélange à 12,5 %.	4,61 —	(N° 11).
	13,20 —	(N° 12).
Mélange à 3 %	15,60 —	(N° 14).

Si, examinant les chiffres d'oxyde de carbone fixés dans le sang, nous nous reportons aux notes placées en tête de nos expériences et relatives à la vigueur des animaux, nous voyons que les chiens les plus forts en poids, les plus vigoureux, ayant un thorax développé et par conséquent une capacité respiratoire plus grande, fixent dans leur sang des quantités d'oxyde de carbone supérieures à celles fixées par les animaux maigres et qui paraissent être *dans un état de résistance organique moindre*. Les chiens des expériences n^{os} 1, 2, 6, 7, 12 peuvent être rangés dans la catégories des chiens bien portants et doués de qualités de résistance.

Le *temps* que les chiens ont mis à mourir paraît être, ainsi qu'on pouvait le supposer à priori, en rapport avec la *plus ou moins grande dilution du gaz*.

Voici d'ailleurs un tableau récapitulatif où la durée totale de l'intoxication est marquée en regard de la proportion de gaz mélangé à l'air :

	Durée de l'intoxication.	Expériences.
Gaz pur.	5 minutes.	(N° 1).
	5 — 30 secondes.	(N° 2).
Mélange à 75 % . . .	6 — 10 secondes.	(N° 3).
	6 —	(N° 4).
— à 50 % . . .	16 —	(N° 5).
	10 —	(N° 6).
	7 — 15 secondes.	(N° 7).
— à 25 % . . .	25 —	(N° 8).
	15 —	(N° 10).
— à 12,5 % . .	41 —	(N° 11).
	26 —	(N° 12).
— à 6,25 % . .	1 heure 24 minutes.	(N° 13).
— à 3 %. . . .	3 heures 57 —	(N° 14).

L'ingestion de boissons alcoolisées paraît favoriser la fixation d'un chiffre élevé d'oxyde de carbone dans le sang. Le chien de l'expérience n° 4 est mort ayant fixé 21 pour 100. Ce chiffre est assez semblable au chiffre d'une expérience analogue de M. Gréhant (1). Cet expérimentateur ayant alcoolisé au préalable un chien de 11 kg. 800, lui a fait respirer son mélange d'oxyde de carbone à 1 pour 100 (ce qui correspond environ à une dose de gaz d'éclairage de 10 p. 100 puisqu'en moyenne le chiffre d'oxyde de carbone contenu dans le gaz est de 10 p. 100).

A l'analyse du sang, M. Gréhant a trouvé 22^{cc},3 d'oxyde de carbone pour 100^{cc} du sang.

Une autre de nos expériences vient, en ce qui concerne l'absorption comparée de vapeurs de charbon et de gaz d'éclairage, corroborer les observations faites antérieurement. Les deux chiens, de même poids, as-

(1) Gréhant, in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 4^{e} série, t. III, juin 1905.

phyxiés simultanément l'un par un réchaud, l'autre par le gaz ont fixé dans leur sang, le premier 7 p. 100 d'oxyde de carbone, le second 12^{cc} p. 100. D'après des observateurs, en particulier M. Ogier (1), il semblerait que les intoxications par le gaz donnent des chiffres d'oxyde de carbone plus élevés que les réchauds à charbon.

Nous ferons, en terminant, une remarque au sujet de la manière dont on doit prélever le sang sur le cadavre. Il faut éviter de le recueillir épanché dans le thorax, mêlé à de plus ou moins grandes quantités de liquide pleural. C'est là une condition défectueuse qui fausse les données de l'analyse, car les quantités d'oxyde de carbone trouvées ainsi correspondent évidemment à un chiffre très inférieur au chiffre vrai de l'oxyde de carbone fixé sur les globules du sang *pur*.

On doit avoir soin de le recueillir dans le cœur ou dans les gros vaisseaux et de faire les analyses sur du sang représentant *un échantillon homogène* (c'est-à-dire comprenant caillot et sérum). Sur du sang *défibriné* nous avons trouvé 13^{cc}76 d'oxyde de carbone pour 100^{cc} de sang, alors que le sang *homogène* (et non défibriné), provenant du même animal, contenait en réalité le chiffre de 7 p. 100. On conçoit que si des analyses sont faites sur du sang privé d'une partie de ses éléments, on arrive à des résultats inexacts.

(1) Ogier, in *Rapports du laboratoire de toxicologie.*

CHAPITRE III

Diagnostic de l'intoxication par le gaz d'éclairage.

Nous parlerons seulement ici des lésions anatomiques et des signes chimiques qui permettent de porter le diagnostic d'intoxication par le gaz.

§ 1. — Importance de l'analyse chimique des gaz du sang.

L'aspect du cadavre et l'examen spectroscopique du sang permettent assez souvent de porter le diagnostic d'intoxication oxycarbonée ; et les commémoratifs, les circonstances dans lesquelles le gaz d'éclairage a pû être l'agent d'intoxication et qu'une enquête mettra en valeur, viendront confirmer le diagnostic primitivement établi.

Il s'en faut néanmoins que ces derniers éléments de diagnostic soient toujours faciles à reconstituer.

Si, dans une intoxication oxycarbonée, on recourt à l'examen spectroscopique, on constate la présence de l'hémoglobine oxycarbonée lorsque l'oxyde de carbone se trouve en quantité supérieure à environ 2 ou 3 p. 100. On ne s'en tiendra donc pas à l'examen du cadavre ; mais on aura recours à l'examen spectroscopique qui sera, en général, affirmatif pour les doses d'oxyde de carbone supérieures à ces chiffres.

L'examen du cadavre fournit souvent des données intéressantes, mais l'état de conservation peut n'être pas caractéristique, les ecchymoses sous-muqueuses font défaut dans la moitié des cas, et le spectroscope ne révèle pas des doses de 1.50 ou de 1.90 pour 100. On devra donc, avant de conclure à une intoxication, procéder à une analyse chimique des gaz du sang. Pour cela on aura soin de recueillir le plus possible de sang (1), et de sang du cœur si l'on peut; l'analyse révélera des doses même très faibles d'oxyde de carbone, grâce à la sensibilité du chlorure cuivreux qui l'absorbe complètement.

L'analyse du sang est d'autant plus importante que dans l'intoxication par le cyanure de potassium la putréfaction du cadavre est retardée, et que le cadavre est parfois marqué de taches rosées. Un simple examen extérieur pourrait induire en erreur, mais l'analyse lèvera tous les doutes en révélant non seulement la présence, mais encore la dose d'oxyde de carbone fixée dans le sang.

Dans d'autres circonstances, s'il y a doute sur l'origine de l'oxyde de carbone (vapeurs de réchaud ou gaz d'éclairage), un chiffre élevé d'oxyde de carbone sera en faveur de l'intoxication par le gaz d'éclairage.

En même temps la quantité d'acide carbonique sera plus considérable dans les analyses du sang oxycarboné par des vapeurs de charbon.

Mais cette dernière indication perd de sa valeur dans les analyses faites sur du sang mal conservé, car la pu-

(1) On peut évidemment pratiquer l'analyse sur 10 à 15 centimètres cubes de sang, néanmoins il est préférable d'avoir à sa disposition 40 à 50 centimètres cubes.

tréfaction donne lieu à un développement parfois considérable d'acide carbonique.

Toutes les fois qu'on le pourra, on devra donc procéder à l'analyse chimique, qui est véritablement le seul procédé quantitatif de dosage et qui donne des indications extrêmement précises.

§ 2. — Persistance de l'oxyde de carbone dans le sang après la période d'intoxication : a) sur le vivant ; b) sur le cadavre.

La recherche de l'oxyde de carbone dans le sang sera dans certaines affaires médico-légales un élément de diagnostic rétrospectif.

a) *Sur le vivant* nous avons déjà dit (p. 27) que chez les individus qui survivent à leur intoxication, la présence de l'oxyde de carbone pouvait être démontrée *deux heures* au plus après la période d'empoisonnement (pour Wesche).

Un expérimentateur, M. Michel, opérant sur des lapins et des chats ramenés à l'air libre dès l'apparition de symptômes graves, n'a pu retrouver trace d'oxyde de carbone dans les vaisseaux que pendant quatorze minutes.

Lorsque l'animal pouvait respirer plus longtemps ce gaz n'a pu être décelé. L'auteur en conclut que « même en supposant la durée de la détectabilité du poison prolongée en raison directe de la durée de l'intoxication, l'oxyde de carbone ne peut être décelé chez l'homme après les intoxications les plus graves que pendant un petit nombre d'heures (1). »

(1) Michel, *Berliner Klinische Wochenschrift* analysé in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. XL, 1898, p. 291.

b) *Sur le cadavre*, la persistance de l'oxyde de carbone dans les vaisseaux a été constatée longtemps après la mort et l'inhumation des intoxiqués. Citons seulement l'observation de M. Déléarde (1), qui a retrouvé l'oxyde de carbone à l'examen spectroscopique deux mois et demi après le décès.

Les faits de ce genre ont été maintes fois observés ; le cas signalé par M. Déléarde offre ceci de particulier que l'oxyde de carbone a été retrouvé dans le sang alors que la putréfaction du cadavre était assez avancée.

Les variations de l'analyse quantitative sont plus curieuses. Du sang que nous avons analysé et qui contenait primitivement plus de 16 1/2 pour 100 de ce gaz, laissé pendant un an dans une glacière, n'en contenait plus trace au moment de notre analyse.

D'autre part nous pouvons, grâce à l'obligeance de M. Ogier, publier le résultat d'une expérience qu'il a faite tout dernièrement et qui met en relief les conditions qui favorisent l'élimination de l'oxyde de carbone du sang.

Deux bocaux contenant chacun 250 centimètres cubes de sang sont placés dans un coffre de bois. Ce sang renferme 16 pour 100 d'oxyde de carbone. L'un des bocaux, A, est laissé ouvert ; le bocal B est fermé hermédiquement par un épais bouchon de liège.

Le coffre a été enterré à une profondeur de 1 mètre 50 sous le sol et il y est resté trois mois (à l'époque des chaleurs), du 1er juillet jusqu'au début d'octobre. A ce

(1) Déléarde, in *Écho médical du Nord*, Lille, 1905, n° 10.

moment les bocaux ont été retirés du coffre et M. Ogier, a constaté que :

Dans le bocal A (laissé ouvert) le sang ne renfermait plus que 2,70 d'oxyde de carbone (et 70 d'acide carbonique).

Dans le bocal B (fermé) il y avait encore 11,25 de CO (et 291,5 d'acide carbonique).

Cette expérience prouve que le sang maintenu à l'abri de l'air a la propriété de retenir l'oxyde de carbone pendant une plus longue durée. La quantité corrélative d'acide carbonique, beaucoup plus considérable dans le sang contenant plus d'oxyde de carbone, est à noter également.

Dans les expertises faites un assez long temps après le décès il n'en reste pas moins difficile d'évaluer la quantité d'oxyde de carbone qui a pu déterminer la mort et l'on est forcé de se contenter de chiffres très approximatifs.

Dans les expertises faites très peu de temps après la mort le médecin-légiste reconnaîtra plus facilement les conditions qui ont pu déterminer le décès.

Il devra toujours s'adresser à l'expérimentation sur les chiens pour trouver des preuves certaines de l'intoxication. Les animaux seront mis à la place où les victimes ont été trouvées et l'analyse du gaz de leur sang donnera à l'expert des renseignements utiles.

§ 3. — Possibilité de la pénétration de l'oxyde de carbone dans le sang après la mort. — Expériences.

Jusqu'à ces derniers temps il était classique d'admettre

que la présence de l'oxyde de carbone dans les vaisseaux prouvait la pénétration de ce gaz par les poumons. MM. Strassmann et Schulz (1) ont publié récemment un travail dans lequel ils posent le problème suivant : n'est-il pas permis de supposer que, la mort étant due à une cause quelconque, on a ensuite placé le cadavre dans une atmosphère surchargée d'oxyde de carbone, pour simuler une intoxication par les voies respiratoires? C'est, en d'autres termes, la question de savoir si, la présence de l'oxyde de carbone étant constatée dans le sang, ce gaz y aura pénétré pendant la vie ou après la mort. Strassmann et Schulz ont entrepris des recherches sur des cadavres plongés dans le gaz d'éclairage. Après une action suffisamment prolongée ils ont pu déceler l'oxyde de carbone dans toutes les parties du corps; mais leurs expériences ne donnent pas de déterminations quantitatives permettant de doser le gaz dans ces cas.

La différence d'aspect des couches musculaires superficielles et profondes pourra évidemment faire croire à une diffusion et non à une intoxication.

En tout cas la pénétration du gaz de la superficie vers les parties profondes met un temps assez considérable à se produire.

C'est du moins la conclusion qui résulte pour nous d'une série d'expériences sur des pigeons morts, que les travaux de MM. Strassmann et Schulz nous ont suggérées.

(1) Strassmann et Schulz in *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1904, n° 48. Analyse de ce travail par M. Halberstadt dans les *Annales d'hygiène et de méd. lég.*, 4e série, t. III, février 1905.

Expériences. — Cinq pigeons morts par strangulation ont été plongés par nous dans une atmosphère de gaz d'éclairage pendant des laps de temps variables. Chaque animal était placé dans une cloche après avoir été plumé. La cloche était munie de deux ouvertures grâce auxquelles un courant d'air pouvait être établi. Le gaz d'éclairage était amené dans la cloche par l'une des ouvertures et ressortait par l'autre. Après une demi-heure de balayage du contenu gazeux de la cloche, celle-ci était hermétiquement close et l'animal restait dans l'atmosphère de gaz d'éclairage jusqu'à la fin de l'expérience.

Le pigeon n° 1 est resté,	dans ces conditions,		8 heures.
Le pigeon n° 2	—	—	48 heures.
Le pigeon n° 3	—	—	3 jours.
Le pigeon n° 4	—	—	4 jours.
Le pigeon n° 5	—	—	8 jours.

Nous avons constaté que les animaux étaient parfaitement conservés dans le gaz et que l'absorption de l'oxyde de carbone par les *téguments* était rapide (révélable à l'examen spectroscopique après 8 heures seulement de séjour (pigeon n° 1).

Mais la pénétration de l'oxyde de carbone dans les *viscères* est assez lente : nous n'avons pas trouvé à l'examen spectroscopique, trace d'oxyde de carbone dans le sang du cœur et des gros vaisseaux pour les quatre premiers pigeons. Notons toutefois que le pigeon n° 4 présentait la réaction positive pour du sang du poumon.

Enfin le pigeon n° 5 — après huit jours de séjour dans le gaz — a présenté la réaction caractéristique, au spectros-

cope, de l'oxyde de carbone dans le sang du cœur et des gros vaisseaux.

La diffusion nous paraît possible, mais très *lente*.

A plus forte raison est-elle très lente chez l'homme.

Il importe, en résumé, de rechercher la réaction de l'oxyde de carbone dans le *sang du cœur,* et en aucun cas on ne devra se borner à un examen de sang pris soit dans un autre viscère, soit dans un vaisseau des parties plus superficielles du corps. On s'exposerait à des méprises et à des erreurs de diagnostic, et lorsqu'on trouvera la réaction de l'oxyde de carbone dans le sang du cœur d'un individu que l'on sait n'avoir cessé de vivre que depuis 36 ou 48 heures, ou même trois jours, on pourra sans crainte écarter l'idée de pénétration du gaz *post mortem* pour rechercher les causes d'une intoxication durant la vie.

CHAPITRE IV

Traitement et Prophylaxie.

Lorsqu'on est appelé près d'un sujet profondément intoxiqué, par le gaz d'éclairage — ou par l'oxyde de carbone, d'où qu'il provienne, — il importe tout d'abord de ventiler le milieu atmosphérique dans lequel ce sujet a été trouvé : ouvrir les fenêtres et les portes de la pièce où il est, ou, mieux encore, le transporter de suite au grand air, telle est la première précaution à prendre.

En second lieu, il faut chercher, par tous les moyens possibles, à réveiller la respiration et à faire pénétrer de l'air pur dans la poitrine. Dans ce but on pratiquera des frictions énergiques sur tout le corps, la flagellation de la face et de la poitrine et surtout les tractions rythmées de la langue (1) dont Laborde a démontré la puissance parfois si remarquable. On pourra aussi recourir à la respiration artificielle, soit par insufflation de l'air dans les poumons, de bouche à bouche, ou à l'aide d'une canule, soit plutôt par l'élévation des membres supérieurs combinée avec des pressions sur la poitrine. Si tous ces moyens échouent, on pratiquera

(1) Voir plus loin l'observation du Dr Catuffe, *Documents*, p. 69.

une saignée locale, à l'aide de sangsues ou de ventouses scarifiées appliquées derrière les oreilles ou à la base de la poitrine, ou plutôt à l'aide d'une saignée générale abondante qui débarrassera l'économie des produits toxiques et décongestionnera en même temps les organes internes.

Entre temps on s'empressera de se procurer des ballons d'oxygène qu'on fera largement respirer, s'il est possible, car ce gaz a la propriété de débarrasser les globules sanguins de l'oxyde de carbone qui les imprègne, et de leur rendre leurs qualités normales (Claude Bernard).

Tous ces différents moyens devront être rapidement mis en œuvre; s'ils restent inefficaces, on aura encore la ressource de pratiquer la transfusion sanguine, bien que ce moyen, employé surtout en Allemagne, n'ait pas donné tout ce qu'il promettait. On pourra le remplacer avec avantage par une injection de sérum, de 300 à 400 grammes, si facile à pratiquer et qui, entre les mains de Schreuder, a déjà été suivie de succès dans quelques cas.

Si le malade échappe aux premiers accidents et revient à la vie, il y aura ultérieurement à combattre les névralgies, l'anémie, les paralysies (qui se montrent souvent dans ces cas-là et sont parfois très tenaces). L'opium, le fer, l'électrisation, le massage, l'hydrothérapie trouveront tour à tour leurs indications.

Les mesures prophylactiques des intoxications par le gaz d'éclairage sont de deux ordres (1) : les canali-

(1) Nous ne parlons pas des mesures de prophylaxie en usage dans les

sations des rues doivent être aussi imperméables que possible, et les conduites de gaz à travers les habitations doivent être imperméables, et munies en outre, de robinets les fermant hermétiquement.

Nous avons dit, en parlant du mécanisme des accidents d'asphyxie par le gaz d'éclairage, combien fréquentes étaient les intoxications dues à des causes diverses sur lesquelles nous ne reviendrons pas. Nous signalerons l'insuffisance de la fermeture du robinet des appareils à gaz : il faut fermer, non seulement les robinets d'arrivée mais aussi les robinets de branchement (ou de prise sur une conduite plus volumineuse), car ils ont été cause d'accidents. Il est préférable d'employer le moins possible de tuyaux de caoutchouc et de faire circuler de préférence le gaz dans des conduits métalliques.

Enfin, pendant les heures où une habitation n'est ni éclairée ni chauffée au gaz, il est de première prudence de fermer le compteur à gaz du réseau ; ainsi de nombreux accidents seront évités.

usines à gaz. Les ouvriers qui peuvent être frappés d'intoxication rapide sont ceux qui sont employés au travail des cornues. Ces accidents sont rares, les usines étant en général bien aménagées, et l'aération est prévue pour parer aux inconvénients du travail.

DOCUMENTS

Observations et Expertises médico-légales (1)

N° I
(1904)

Observation communiquée par le Dr Lortat-Jacob.

M. Pa..., professeur, se présente à nous le lendemain d'un accident occasionné par le gaz d'éclairage.

Il a le faciès pâle, les traits tirés, un peu de lourdeur de tête, et une tendance au sommeil.

Cet état s'accompagne parfois de vertiges et il ne prend à cette époque que du lait, parce que son médecin, appelé dès le moment de l'accident, lui a trouvé de l'albuminurie.

Cette albuminurie paraît dater de l'intoxication récente par le gaz d'éclairage. Cependant M. Pa... est un artérioclércux évident.

On constate chez lui une temporale dure et sinueuse, un pouls radial dur et un peu tendu. A plusieurs reprises, il a fait des crises d'arthropathie subaiguës qui nécessitèrent une saison à Bourbon-l'Archambault.

Il garde encore des craquements articulaires aux genoux.

Voici comment il raconte son intoxication par le gaz d'éclairage :

Il avait l'habitude de prendre chaque matin une douche avec

(1) Outre les observations et expertises récentes que nous reproduisons, voir aussi, parmi les publications plus anciennes : Pouchet, affaire Goettlinger et Riat, in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. 20, 1888, p. 361.

de l'eau tiède et avait installé à cet usage un collier douche avec son mitigeur placé sur un réchaud à alcool.

Un matin il se réveilla à quatre heures et alluma le réchaud; au bout d'une heure l'eau était chaude, il se leva, fit ses préparatifs et versa un broc d'eau dans le réservoir situé à 2 m. 50 environ; il était monté sur une chaise pour atteindre cette hauteur.

Dès son lever, il avait éprouvé déjà comme un étourdissement. Il n'y prit pas garde et continua ses apprêts. Mais en voulant passer le collier douche autour de son cou il se sentit si drôle qu'il hésita à prendre la douche.

Son esprit se troublait, et bien que sans souffrance aucune, il voyait bien qu'il se mourait... « Mes jambes fléchirent d eux ou trois fois, dit-il, et finalement je tombai comme une masse, écrasant mon tub, et donnant de la tête sur le bord je me blessai au nez.

« Je restai ainsi peut-être dix minutes ou un quart d'heure, au plus, déshabillé, sur le froid du zinc..., quand je revins à moi je me soulevai sur mes bras et mes genoux... Je me vois encore faisant des efforts pour me relever, et n'arrivant qu'à me dandiner d'un bras sur l'autre.

« Néanmoins mes idées revenaient peu à peu et j'arrivai à me relever. J'allai à ma glace et je vis que j'étais vert... Je me mourais, la chose me paraissait évidente et pourtant je ne souffrais pas.

« Alors je repris ma chemise de nuit, tirai la targette de ma porte qui était fermée et, me couchant, je frappai au mur pour appeler.

« Un voisin qui déjà avait été réveillé par le bruit de ma chute accourut. En entrant il s'écria : « Oh!... le gaz... » et ouvrit les fenêtres.

« C'était une révélation pour moi, jusque-là je n'avais nullement senti l'odeur à laquelle j'avais dû m'habituer peu à peu.

« Mes esprits revinrent grâce à l'air et à une friction vive au gant de crin, que me fit subir mon ami.

« Je lui indiquai l'endroit où devait avoir eu lieu la fuite de gaz : c'était un tuyau de caoutchouc qui avait cédé sous la pression du gaz, j'avais oublié de fermer le robinet situé avant l'embouchure du caoutchouc. »

Nous pouvons ajouter que ce malade était couché sur un lit très bas et que peut-être la série des accidents fut la suivante :

Le lit étant très bas, M. Pa... n'éprouva d'abord que très peu l'effet du gaz; mais en se levant il se trouva dans le gaz, et surtout en montant sur une chaise afin de remplir d'eau son appareil à douche. Une fois tombé il était soustrait vraisemblablement à l'influence du gaz, et il reprit ses sens, mais son malaise reparaissait dès qu'il était debout, ce malaise s'atténua encore aussitôt qu'il fut dans son lit pour disparaître définitivement quand les fenêtres furent ouvertes...

La journée qui suivit ne fut marquée que par une espèce d'ivresse et, vers midi, par un grand mal de tête accompagné de nausées.

N° II

Observation communiquée par le Dr A. Martinet.

Le 8 avril 1903 j'étais appelé 14 rue de Bellefond pour constater le décès de deux jeunes gens, deux frères de vingt et vingt-cinq ans environ, survenu dans les conditions suivantes. Ils avaient emménagé les jours précédents pour vivre ensemble dans un petit logement sis au rez de chaussée sur cour et composé d'une chambre à coucher communiquant par un petit vestibule avec une cuisine munie d'un fourneau à gaz. Ils avaient pendu, me dit-on, la crémaillère la veille au soir; le matin on vint du bureau où travaillait l'aîné (il était employé à la gare du Nord) pour connaître la raison de son absence. Les coups frappés à la porte restant sans réponse, on fit ouvrir la porte par un serrurier. Une épouvantable odeur de gaz fit reculer les assistants; on ouvrit une fenêtre, du dehors, en enfonçant un carreau, je crois; et quand on put entrer, on trouva les deux frères étendus, déshabillés dans leur lit, inanimés, dans l'attitude d'un sommeil tranquille. La mort remontait à plusieurs heures.

L'intérêt de ce cas ne réside que dans la cause. On trouva en

effet dans la cuisine le dispositif accidentel suivant : robinet du fourneau à gaz fermé, robinet de la prise de gaz ouvert, tuyau unissant les deux robinets, fissuré et dur (caoutchouc ancien et de mauvaise qualité) fendu dans le sens de la longueur du côté du robinet du fourneau et détaché de ce fait. Le mécanisme de l'intoxication est donc très simple : le robinet du fourneau était fermé, et celui de la prise du gaz ouvert à l'endroit du branchement.

Le gaz remplissait le tuyau de caoutchouc à la pression ordinaire du gaz et le tuyau, étant ancien et fissuré, de résistance faible, se fendit sous cette pression en un de ses points faibles, à l'endroit de l'ajustage au robinet du fourneau et se détacha. Dès lors le gaz coula toute la nuit à plein robinet (le robinet du branchement étant ouvert), se mélangea graduellement à l'air du logement, surprit les jeunes gens pendant leur sommeil et les intoxiqua.

Ce mécanisme est intéressant à signaler parce que l'observation m'a appris que, neuf fois sur dix, on trouvait dans les cuisines le dispositif indiqué ci-dessus : robinet du fourneau fermé, et ouvert le robinet de prise de gaz au branchement.

N° III

Asphyxie et mort apparente par le gaz d'éclairage.

Un ouvrier employé au gonflement du ballon captif du Jardin d'Acclimatation fut asphyxié pour avoir par suite d'une fausse manœuvre, aspiré le gaz d'éclairage qui s'échappait en quantité d'une énorme conduite de gaz. Le Dr Catuffe, de Neuilly-sur-Seine, a adressé à M. Laborde la relation des circonstances dans lesquelles l'asphyxié a pu être rappelé à la vie (1).

« ... Je trouvai un homme étendu sur la pelouse, auquel on faisait la respiration artificielle, la face cyanosée, respirant à peine, avec une contracture extrême des mâchoires. En faisant sauter

(1) Voir Laborde, communication à l'Académie des sciences, le 12 octobre 1902.

une dent, je pus pincer néanmoins la langue (à l'aide d'une pince hémostatique) et pratiquer les tractions rythmées pendant 45 minutes sans désemparer (1). Ce n'est qu'au bout de ce temps que cet homme a pu être considéré comme hors de danger.

« Je le laissai alors aux aides dévoués qui pratiquaient les mouvements, pour prendre moi-même un peu de repos, et en attendant une voiture d'ambulances urbaines, je continuai à le surveiller ; à deux reprises, pendant ce temps, je fus obligé d'intervenir de nouveau.

« Enfin on l'emporta à l'hôpital, où il s'est remis rapidement. »

N° IV

Deux cas d'intoxication mortelle par l'oxyde de carbone. Analyse des gaz du sang,

par MM. Lacassagne, E. Martin et M. Nicloux,

(Extraits des *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séance du 10 janvier 1903.)

Observation :

Une demoiselle S., âgée de soixante-treize ans, est trouvée morte au pied de son lit le jeudi 27 novembre 1902. Le décès est attribué à une mort subite et l'inhumation fixée au samedi 29 après-midi. Une sœur de charité A..., âgée de quarante-cinq ans, vient veiller le cadavre le samedi 29 entre 10 et 11 heures du matin. On la trouve morte à 3 heures de l'après-midi. Il règne à ce moment dans le logement une forte odeur âcre et sulfureuse analogue à celle produite par la combustion de certaines houilles. Les deux corps sont transportés au laboratoire de médecine légale de Lyon le dimanche soir, et l'autopsie est pratiquée le lundi à 2 heures de l'après-midi.

(1) Rappelons en passant le cas de Mme Z... qui subit un commencement d'intoxication oxycarbonée dans les circonstances où son mari trouva la mort; on lui fit pendant 25 minutes des tractions rythmées de la langue : ce n'est qu'à ce moment qu'on put la ranimer.

Autopsie :

Cadavre de la demoiselle S... Muqueuses pâles, sans taches, la peau ne porte aucune éruption caractéristique. Le décubitus est violacé, le sang est de coloration foncée. Dans le cœur se trouvent deux énormes caillots d'agonie. Athérome très marqué de l'aorte, des valvules sigmoïdes et des caronaires. Reins scléreux, à substance corticale très amoindrie; l'un, le droit, porte sur sa grande coubure un kyste volumineux. Rien de particulier à signaler du côté des méninges et du cerveau.

Cadavre de la sœur A... Tous les signes cadavériques de l'empoisonnement par CO. Taches roses disséminées sur la peau. Décubitus rose groseille, taches rosées sur toutes les muqueuses et sur la muqueuse de l'estomac. Sang liquide rouge. Pas de caillot dans les cavités du cœur. Œdème carminé des poumons. Intestin injecté et de coloration rose. Relâchement des sphincters.

Deux échantillons de sang, pris entre 2 et 5 heures du soir sont expédiés le jour de l'autopsie, et arrivent à Paris le lendemain. Les examens et analyses sont faits le jour suivant dans la matinée.

Spectroscopie :

Les deux échantillons de sang examinés au spectroscope ont fourni les deux bandes caractéristiques, dont les bords, cependant ont perdu de leur netteté (surtout pour le n° 1) après l'addition des réducteurs, sulfhydrate d'ammoniaque ou hydrosulfite de soude, sans qu'à aucun moment toutefois l'espace clair intermédiaire disparaisse.

Analyse du gaz du sang :

..... Le sang n° 1 (demoiselle S.) V = 47 centimètres cubes, contient quelques caillots, qui sont traités comme il a été dit.

L'analyse est faite sur 45 centimètres cubes de sang, on trouve :

Oxyde de carbone pour 100 centimètres cubes de sang :

$13^{cc},8$.

Le sang n° 2 (sœur A.) V = 110 centimètres cubes, est liquide. Deux analyses sont faites sur 25 et 40 centimètres cubes de sang, on trouve :

Oxyde de carbone pour 100 centimètres cubes de sang :
17cc,6 et 17cc,8..., moyenne : 17cc,7.

..... Les proportions d'oxyde de carbone dans les deux sangs sont différentes, 13cc,8, 17cc,7, corroborant les constatations nécropsiques. Un premier point à mettre en évidence, d'un certain intérêt au point de vue médico-légal, c'est que la moitié du sang (13cc,8 sur 26cc,5) peut être oxycarbonée sans faire apparaître sur le cadavre les signes caractéristiques de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone.

Le second point est le suivant. Un organisme en état de parfaite santé succombe par l'oxyde de carbone ; le sang renferme 17,7 d'oxyde de carbone, il peut encore fixer 8cc,8 d'oxygène. Un tiers de l'hémoglobine par conséquent (8cc,8 sur 26,5) est encore disponible. Cette constatation a une grande importance, car, à cette période de l'intoxication, ni le lapin ni le chien n'auraient succombé.

L'homme est-il plus sensible? Le maintien de la vie est-il compatible avec le tiers de l'hémoglobine disponible? Et si un organisme est affaibli, si des organes importants comme le cœur et les reins sont déjà lésés, la moitié de l'hémoglobine est-elle suffisante pour entretenir la vie?

. . . . . .

A la fin de leur communication les auteurs supposent, d'après les deux analyses, que l'homme a une sensibilité particulière pour l'oxyde de carbone « sensibilité d'autant plus grande que l'organisme est plus atteint pathologiquement ».

N° V

Affaire B... (Mars 1897).

Résumé du Rapport du Laboratoire de toxicologie (1).

Un sieur B... avait été trouvé mort asphyxié dans sa chambre à coucher. Sa femme avait subi un commencement d'asphyxie.

(1) MM. Ogier et Thoinot, experts.

L'analyse du sang du cadavre de B... révèle la présence de $2^{cc},52$ d'oxyde de carbone pour 100^{cc}, de sang (1).

Le cadavre présente des signes de conservation manifeste et de putréfaction retardée.

Les experts se sont demandé s'ils se trouvaient en présence d'une intoxication par l'oxyde de carbone provenant d'un foyer de charbon ou provenant d'une fuite de gaz d'éclairage.

La première de ces hypothèses n'était appuyée par aucune des constatations qui ont été faites dans la maison.

D'autre part, les experts avaient dans leur première visite perçu une odeur très nette de cabinets d'aisances, et divers témoins avaient en outre constaté l'odeur du gaz d'éclairage devant ou dans la maison. Les experts songèrent à déterminer si le gaz, issu d'une conduite passant devant la maison, avait pu, à travers le sol, se frayer un passage jusqu'à la fosse d'aisances pour de là remonter par le tuyau de chute, se répandre dans le cabinet du premier étage, traverser la cloison et pénétrer dans la chambre à coucher.

Une fuite a été rétablie sur la conduite près de l'endroit où avait été constatée précédemment l'existence d'une fêlure à l'emboîtement de deux tuyaux de fonte de la conduite : la tranchée a été recouverte de terre et on a laissé le gaz s'échapper lentement à travers le sol.

Des prélèvements successifs d'air de la fosse ont été faits 31 heures après; ils ne donnèrent pas de résultat positif.

Néanmoins, n'ayant aucun motif d'attribuer le dégagement de gaz toxiques à un appareil de chauffage à combustion incomplète; d'autre part l'odeur du gaz d'éclairage devant ou dans la maison ayant été mentionnée par divers témoins et une fuite ayant été constatée dans le raccord de la conduite auprès de la maison, les experts ont admis que le mélange gazeux toxique contenant de l'oxyde de carbone n'était autre que du gaz d'éclairage, bien que

(1) Les experts ajoutent dans leur Rapport que cette dose est sans doute un peu trop faible, parce que le sang recueilli dans les cavités pleurales était mêlé à des quantités notables de sérosité.

les expériences faites en vue de déterminer le mode d'entrée dans la maison, n'aient pas donné de résultats précis.

N° VI

Affaire G...

(1897)

Mort accidentelle du sieur G..., causée probablement par une fuite de gaz.

Analyse (1) du sang pratiquée sur 17^{cc}.

Résultats de l'analyse : l'absorption d'oxyde de carbone par le chlorure cuivreux est égale 0^{cc},95, soit 5^{cc},58 pour 100.

L'examen spectroscopique avait, de son côté, montré avec certitude que le sang contenait de l'oyde de carbone.

N° VII

Affaire X...

(1904)

M. X... a été trouvé par les personnes de son entourage étendu sur le sol, le visage appuyé contre les bûches de fonte d'un appareil à gaz placé dans une cheminée. La porte et les fenêtres avaient été fermées et X... est resté deux heures environ dans la pièce. L'appareil de chauffage laissait échapper des flots de gaz par ses nombreux orifices, néanmoins l'odeur du gaz répandu n'était pas très accusée au moment de la découverte du cadavre, sans doute en raison de ce fait que le gaz, après avoir balayé le visage de X... pouvait s'échapper par la cheminée dont le tirage se faisait normalement.

Le corps ne portait pas traces de violences.

(1) In *Rapports du Laboratoire de toxicologie* (1897).

Examen du sang (1). L'examen spectroscopique révèle la présence d'oxyde de carbone.

L'analyse chimique des gaz extraits du sang par la trompe à mercure, donne comme résultat :

Oxyde de carbone 17cc,8 pour 100cc de sang.

N° VIII

Affaire V... d'Armentières

Le 5 janvier 1905 une dame V... s'est suicidée à l'aide du gaz d'éclairage dans les conditions suivantes :

Elle s'était étendue sur son lit, tandis que du plafond de la pièce pendait un tube de caoutchouc amenant le gaz d'éclairage et qu'elle avait laissé ouvert. Le gaz arrivait ainsi à peu de distance du lit de la dame V... après plusieurs heures seulement le cadavre fut découvert. — Il ne portait pas de traces de violence.

Analyse du sang (2) :

Oxyde de carbone 17cc,8 pour 100cc de sang.

N° IX

Affaire Sp... du faubourg Saint-Antoine

Le nommé Sp... avait laissé grand ouvert un robinet de gaz dans une petite cuisine communiquant par une porte avec sa chambre dans laquelle il s'est placé. Les deux pièces étaient de petites dimensions. Sp... est resté dans l'atmosphère chargée de

(1) In *Rapports du Laboratoire de toxicologie* (1904).
(2) In *Rapports du Laboratoire de toxicologie* (1905).

gaz d'éclairage pendant une partie de l'après-midi et une nuit entière.

Analyse du sang (1) :

Oxyde de carbone : 12^{cc}, 6 pour 100^{cc} de sang.

N° X

Affaire S... de Rouen.

(1904)

Une jeune femme s'était placée dans une cuisine, la tête reposant sur une chaufferette éteinte. Quand le cadavre fut découvert, on trouva à proximité de la bouche de la jeune femme l'extrémité d'un tuyau de caoutchouc qui laissait échapper une grande quantité de gaz, le robinet de branchement ayant été laissé ouvert. Le tube de caoutchouc était même si près de la bouche que les premiers témoins qui virent le cadavre ont supposé que la jeune femme s'était d'abord placé le tuyau dans la bouche et que celui-ci avait probablement glissé. — L'asphyxie aurait duré plusieurs heures; elle offre ceci de particulier que les témoins ont insisté sur l'attitude de sommeil paisible dans laquelle a été trouvée cette jeune femme.

N° XI

Expériences faites au cours d'une expertise médico-légale concernant une asphyxie par le gaz d'éclairage (2).

(1904)

I

« Une chienne de 9 kil. 500, vigoureuse et alerte, est maintenue de force la tête au contact des prismes de métal de l'appareil (3).

(1) In *Rapports du Laboratoire de toxicologie* (1905).

(2) Expériences faites par les experts MM. Bordas, Ogier, Girard, Pouchet, Socquet. (Extrait des *Rapports du Laboratoire de toxicologie.*)

(3) Appareil de chauffage, en fonte, placé dans une cheminée.

A 11 h. 3, après avoir ouvert en grand, depuis quelque temps, le robinet de gaz alimentant les bûches, nous plaçons l'animal dans la cheminée la bouche et les naseaux sur les bûches à gaz et le corps allongé en avant du foyer. — Quelques mouvements de défense peu accusés.

A 11 h. 6, première manifestation accentuée d'intermittences cardiaques.

A 11 h. 15, état d'anesthésie calme. — Contractions cardiaques énergiques et un peu arythmiques. L'animal glisse et on est obligé de maintenir la tête sur les bûches métalliques par lesquelles s'échappe le gaz.

A 11 h. 23, mouvements de défense assez énergiques; ils deviennent violents à 11 h. 25 et nécessitent une forte contention. — Défécation. — Peu à peu retour au calme.

A ce moment on note le débit du compteur à gaz alimentant seulement les bûches, tous les autres appareils étant fermés, et on constate un débit d'environ 1940 litres à l'heure.

A 11 h. 32, nouvelles périodes de secousses spasmodiques, cris plaintifs, gémissements.

A 11 h. 33, grands et violents mouvements de défense; hurlements continus. Cette période d'agitation intense dure jusqu'à 11 h. 36, où l'animal se calme après avoir uriné.

A 11 h. 43, seconde défécation s'effectant sans effort c'est-à-dire sans contraction apparente de la musculature et paraissant, au contraire, comme une conséquence de la résolution musculaire.

A 11 h. 49, la dyspnée commence à apparaître très manifeste; la résolution musculaire est complète.

Mort à 11 h. 58, soit après 55 minutes. »

. . . . . .

A l'autopsie : 50 centimètres cubes du sang du cœur sont recueillis pour l'extraction du gaz dans le vide. — Les gaz dégagés sont recueillis sur la cuve à mercure, dans une éprouvette contenant du pyroxalate de potasse destiné à absorber l'oxygène et l'acide carbonique.

Le volume des gaz non absorbés est de 6 centimètres cubes 8, se composant d'un mélange d'azote et d'oxyde de carbone. Ce

dernier est absorbé au moyen d'une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux. Le volume d'azote restant est de $1^{cc},6$; la différence représentant l'oxyde de carbone, est donc de $5^{cc},2$, soit :

$10^{cc},4$ pour 100^{cc} de sang.

§ II

Autre expérience

Chien bull vigoureux pesant 10 k. 200. Asphyxié à l'aide d'un tube dirigé dans la gueule maintenue ouverte par un morceau de bois.

Mort après 55 minutes.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone 7^{cc} pour 100^{cc}.

§ III

Autre expérience

Petite chienne blanche de 6 kilogs. A subi une injection dans le tissu cellulaire sous-cutané, de 1 centimètre cube d'une solution à 1 pour 100 (soit 1 gramme) de chlorhydrate de morphine.

Après 40 minutes vomissements, défécation; l'animal vacille et paraît hébété.

Une heure et demie plus tard, nouvelle injection.

Quarante minutes après on lui fait inhaler le gaz d'éclairage au moyen d'un cornet à anesthésie en étain relié au tube de caoutchouc d'un bec de gaz.

L'animal exécute de rares, mais profondes inspirations, et le cœur devient vite faible et intermittent.

Mort 7 minutes après le début de l'inhalation du gaz.

Analyse du sang :

Oxyde de carbone : $9^{cc},2$ pour 100^{cc} de sang.

DEUXIÈME PARTIE

DES INTOXICATIONS LENTES

Par intoxications lentes nous comprenons les intoxications par le gaz d'éclairage qui se font insidieusement en raison de la présence, dans l'air respiré, de doses réduites, parfois même de doses très minimes de gaz.

Ces intoxications sont toujours le fait de conditions accidentelles et méconnues. Elles ont pour cause soit des fuites imperceptibles, soit une combustion incomplète du gaz, dans des conditions hygiéniques défectueuses par ailleurs.

CHAPITRE I

Modes de viciation de l'air par le gaz d'éclairage.

§ 1. — Diffusion du gaz non brûlé répandu par des fuites dans l'atmosphère des endroits clos.

Les modes de viciation de l'air par le gaz varient suivant les circonstances. Nous indiquerons les principales.

Dans certains cas il s'agit d'appareils fonctionnant mal ou dont les robinets ne ferment pas hermétiquement. Les pertes de gaz qui se font sont alors parfois infinitésimales et passent inaperçues, bien qu'elles soient *incessantes*.

Un tuyau de plomb présente, en un point de son trajet dans un appartement ou dans un atelier, une solution de continuité de très petites dimensions ; ailleurs, dans une cuisine, un tuyau de caoutchouc, durci par le temps et devenu cassant à la suite d'un long usage, se fissure à la moindre élévation de pression : voilà des causes fréquentes d'infiltration du gaz en proportions minimes dans l'air respiré.

Sans qu'il y ait solution de continuité dans les parois des tubes de caoutchouc, ne peut-il pas y avoir aussi transsudation du gaz à travers ces parois ? Layet (1) et

(1) Layet, *Le gaz d'éclairage devant l'hygiène,* mémoire 1880.

plusieurs autres s'accordent à répondre par l'affirmative. Le Docteur Stack cité par Taylor (1) avait même remarqué que la transsudation du gaz était augmentée quand le baromètre est à une faible pression.

Transsudation ou fuites, les accidents de ce genre ont d'autant plus d'importance qu'ils se produisent dans les habitations, dans les ateliers ou magasins, ou encore dans des laboratoires, en un mot dans les endroits clos où les individus séjournent un certain nombre d'heures consécutives.

La perte de gaz peut provenir non de la pièce occupée, mais d'une pièce voisine, cuisine, corridor, et s'infiltrer en passant par les interstices des portes. La fuite accidentelle peut être masquée par la disposition des lieux : c'est ainsi qu'un tuyau en mauvais état recouvert d'une tapisserie, papier collé ou tenture, laissera pénétrer des doses de gaz suffisantes (2), pour altérer la composition de l'air ambiant.

On le voit, souvent les conditions dans lesquelles ces fuites se produisent sont semblables à celles qui peuvent déterminer des intoxications rapides; mais avec cette différence que dans les faits qui nous occupent, les fuites ne sont pas assez importantes pour causer des accidents menaçants.

On les ignore précisément parce que l'influence qu'elles ont sur l'organisme n'est révélée qu'à la longue et fortuitement; souvent même elles passent totalement inaperçues. Les troubles qu'elles occasionnent sont alors mis sur le compte d'autres conditions hygiéniques plus

(1) Taylor, voir *Index bibliographique* plus loin, page 121.
(2) Voir plus loin observation, page 95.

ou moins défectueuses, ou sur le compte de circonstances qui n'ont, en réalité, rien à voir avec l'intoxication chronique origine des troubles observés.

§ 2. — Combustion du gaz et modifications de l'air respirable.

Presque tous les modes de combustion du gaz utilisés pour le chauffage et pour l'éclairage modifient l'air destiné à la respiration et cela de deux manières.

1° Premièrement, en laissant échapper dans l'air ambiant une proportion variable de gaz non brûlé, qu'il s'agisse d'appareils de chauffage, poêles à gaz avec ou sans dégagement à l'extérieur des produits de la combustion; ou bien qu'il s'agisse de lampes à gaz, munies de becs donnant une flamme éclairante. La presque totalité du gaz est brûlée, si les dispositifs sont bien conditionnés; au cas contraire une partie seulement du gaz est brûlée, le reste, sous l'influence de la pression, échappe à la combustion et vient se mêler à l'atmosphère.

Parmi les appareils d'éclairage, certains becs ont été reconnus comme étant défectueux. Nous voulons parler du bec papillon ou de celui appelé autrefois bec de ville. Le gaz sort de ces becs par une fente qui donne à la flamme l'aspect d'un éventail ouvert; une quantité de gaz peut échapper à la combustion et se dégage en liberté dans l'atmosphère.

D'autres systèmes appliqués à l'éclairage offrent moins d'inconvénients, la combustion étant plus complète ce sont : le bec Bengel à double courant d'air et les becs à incandescence dans lesquels la combustion a lieu au centre d'un tissu à mailles fixes imprégné d'oxydes métalliques. Mais il importe pour tous les systèmes que l'arrivée du gaz soit bien réglée : car à trop forte pression des échappements sont possibles.

Parmi les appareils de chauffage les poêles ou les cheminées à gaz à flamme blanche, sont les plus défectueux. Dans ces appareils le gaz sort par des trous percés sur le trajet de tubes de fonte ; le gaz est projeté sous pression hors de l'appareil par ces orifices toujours nombreux et il y a des pertes de gaz assez notables.

Les appareils de chauffage munis de tubes réfractaires et dont la flamme est bleue, offrent cet avantage d'effectuer une combustion plus complète que les autres systèmes grâce au mélange de cinq parties d'air pour une partie de gaz.

Le bec Bunsen employé dans les laboratoires, utilise un mélange de trois parties d'air, environ, pour une partie de gaz ; il donne une flamme bleue dont le pouvoir calorique est puissant et offre moins de chances de laisser échapper de gaz que les becs à flamme blanche.

Les réchauds de cuisine et les fourneaux à gaz laissent échapper facilement des quantités appréciables de gaz non brûlé.

Les robinets qui commandent ces appareils sont ou pas assez ou trop ouverts par une main négligente ; ils ne sont assurément pas réglés pour donner un maximum de

chaleur en rapport avec les variations de pression inévitables.

Ainsi, dans certaines conditions d'installation défectueuse ou d'utilisation incomplète, le gaz peut se mêler à l'atmosphère d'un local clos, et cela en quantité si réduite que rien n'en révèle l'existence.

2° En second lieu, dans un endroit clos où le gaz est brûlé d'une manière quelconque, il y a des modifications de l'air destiné à la respiration et diminution de l'air respirable.

On sait qu'un mètre cube de gaz exige environ cinq mètres cubes d'air pour sa combustion complète : On comprend que dans un local clos où la ventilation n'est pas parfaite les individus qui y séjournent soient privés d'une partie de l'air respirable. M. Gréhant donne de ce phénomène deux raisons : « La première c'est qu'il y a diminution considérable de l'oxygène, l'air vital par excellence; la seconde c'est que l'acide carbonique mélangé avec l'air diminue la proportion d'acide carbonique exhalée par les poumons et contribue à l'accumulation de ce gaz dans le sang. J'ai démontré qu'il suffit que l'air contienne un centième ou un cinquantième d'acide carbonique pour que le poids de ce gaz exhalé par les poumons diminue d'une manière sensible (1). »

Déjà, en 1876, M. Hudelo, ingénieur civil, membre de la commission des logements insalubres de la Ville

(1) Voir Gréhant, *les Poisons de l'air.*

de Paris, évait étudié les altérations déterminées dans l'atmosphère des appartements par l'usage des appareils de chauffage au gaz, et il avait signalé l'augmentation de la quantité d'acide carbonique; il évaluait à *2 kil. 057* la quantité d'acide carbonique produite par la combustion de 1 kilogramme de gaz.

De plus, dans une pièce fermée où se fait la combustion, il y a augmentation de la tension de la vapeur d'eau dans l'air. D'après le même auteur, M. Hudelo (1), 116 grammes de vapeur d'eau sont produits par la combustion d'un volume de gaz capable de produire un éclairage de 1 carcel-heure (2).

A la privation d'oxygène, à l'augmentation de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, s'ajoute la mise en liberté d'autres produits de la combustion incomplète : de l'acétylène, du cyanhydrate d'ammoniaque (Gariel), de l'acide nitreux, de l'acide sulfureux (jusqu'à 1 gramme par mètre cube de gaz pour Schmidt) (3); enfin de l'oxyde de carbone. De telle sorte que certains appareils défectueux peuvent réaliser ce double inconvénient : 1° de laisser échapper dans l'air l'oxyde de carbone contenu dans le gaz (cet échappement ayant lieu par suite d'une combustion incomplète) ; 2° de donner naissance, parmi les autres produits de la combustion, à une nouvelle quantité d'oxyde de carbone.

Assurément ces doses d'oxyde de carbone mises en liberté sont très minimes et ne peuvent être évaluées que par millièmes, mais ces proportions si réduites ne

(1) Hudelo cité par Layet, *le Gaz d'éclairage devant l'hygiène*, 1880.
(2) Soit environ 140 litres de gaz, pendant une heure pour un bec papillon.
(3) Schmidt, *Étude du chauffage par le gaz*, in *Revue d'hygiène*, 20 sept. 1895.

sauraient être sans action sur l'économie lorsqu'elles sont sans cesse renouvelées et finissent ainsi, par conséquent, par constituer un élément de l'air qui pénètre dans les voies respiratoires.

CHAPITRE II

Influence sur l'organisme.

Observations cliniques. — Statistique.

Comment le gaz d'éclairage, ainsi répandu à doses infinitésimales et répétées, agit-il sur l'organisme?

De la même manière que les doses massives de gaz : par son action directe, toxique ; — et par son action asphyxiante.

Par son action directe l'oxyde de carbone du gaz d'éclairage est un toxique de l'économie, même à doses très faibles. Pour M. Ogier quelques dix-millièmes peuvent avoir, à la longue, une action toxique certaine.

Son rôle asphyxiant, à doses minimes comme à doses fortes, paraît non douteux; le nouveau composé qui résulte de l'affinité de l'oxyde de carbone pour l'hémoglobine, est douée d'une certaine stabilité, nous l'avons déjà dit, par conséquent, il altère la vitalité de ces globules et, par là même, diminue le champ de l'hématose.

L'absorption continuelle de doses infinitésimales d'oxyde de carbone produit ainsi au bout de quelques semaines ou de quelques mois une véritable accumulation d'hémoglobine oxycarbonée. Cette accumulation se fait d'autant plus sûrement que le sujet qui en est victime continue son genre de vie, sans s'apercevoir des conditions défavorables dans lesquelles s'effectue sa respira-

tion. Ce n'est qu'accidentellement que ces conditions défavorables sont dévoilées : un jour, quelqu'un d'étranger à l'atelier ou à l'habitation occupée par l'intoxiqué déclare qu'il y a une légère odeur de gaz répandu dans la pièce, odeur surtout sensible quand on entre. Et la fuite cherchée est ainsi découverte. Parfois on la cherchera en vain et, ne l'ayant pas trouvée, on ne s'en occupera plus.

D'autres fois ce sont des troubles tels que des vertiges, des vomissements, des pesanteurs à l'épigastre qui feront penser qu'il y a peut-être une fuite de gaz. On s'aperçoit alors de l'odeur et on se met à la recherche de la fuite. Que de fois la fuite est totalement méconnue! Que de fois la défectuosité des appareils de chauffage ou d'éclairage passe inaperçue... Les accidents morbides dont la cause est ignorée sont certainement très nombreux.

Les troubles qui peuvent être le résultat de ces intoxications chroniques sont assez variés; parmi eux nous signalerons comme accidents passagers : les céphalalgies, les vertiges, les bourdonnements d'oreilles, les suffocations, les digestions pénibles, les vomissements ; et comme troubles plus durables : la perte de la mémoire, les troubles visuels, les troubles auditifs, les troubles de l'olfaction du côté du système nerveux central ; du côté du tube digestif : la diminution de l'appétit allant jusqu'à l'anorexie presque absolue et déterminant des dyspepsies rebelles; enfin la neurasthénie, l'amaigrissement, l'anémie, parfois l'anémie grave (1).

Ces différents troubles ayant été décrits par les au-

(1) Il est intéressant de noter à ce sujet que l'oxyde de carbone existerait dans le sang des anémiques; voir la communication de MM. Lépine et Boulud à la Société de Biologie, séance du 1er juillet 1905, in *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 7 juillet 1905, p. 55.

teurs, nous ne nous y arrêterons pas. Un seul point retiendra notre attention.

Nous avons pensé que si, dans certains cas, ils pouvaient exister seuls, dans d'autres cas ils faisaient partie des symptômes prémonitoires de la tuberculose pulmonaire.

On sait du reste que toutes les intoxications prédisposent à la tuberculose pulmonaire : le fait est connu en ce qui concerne le plomb, le chlore, l'alcool.

Et il y avait lieu de supposer, à notre avis, que l'oxycarbonisation des globules sanguins, restreinte mais sans cesse renouvelée, constituait une *anémie toxique* capable de favoriser l'éclosion de cette maladie.

De plus cette intoxication lente intéresse l'un des facteurs les plus importants de l'hygiène : l'habitation (1).

Nous avons donc pensé que la tuberculose pulmonaire était toute désignée pour être l'objet d'une étude spéciale, en raison de sa grande fréquence, de sa dissémination dans toutes les classes de la société et de ses causes prédisposantes si nombreuses.

Il y avait là une question qui méritait d'être étudiée; pour apporter à sa solution des documents empruntés à l'observation des faits, nous avons procédé à une enquête dans différents services hospitaliers où des salles sont spécialement réservées à des tuberculeux.

Un fait domine tous les renseignements que nous a fournis notre enquête, en dehors des cas de fuites pro-

(1) Si tout le monde n'est pas tuberculeux « c'est que des conditions de terrain et d'habitation régissent la marche de la contagion ». (Rénon, *les Maladies populaires.*)

Mais un sujet primitivement résistant peut à la longue, par suite d'une hygiène défectueuse de l'habitation offrir une moindre résistance au bacille de Koch.

longées : c'est l'influence de l'éclairage au gaz dans les ateliers ou les bureaux.

A) *Influence de l'éclairage.* — L'éclairage au gaz est trop souvent en disproportion avec le cubage des ateliers ou des bureaux : dans des espaces restreints brûlent pendant des heures, parfois des journées, de nombreux becs de gaz. Dans nombre d'ateliers, chaque ouvrier a pour lui, devant lui, et à quelque distance de l'orifice de ses voies respiratoires un bec de gaz qui brûle pendant trois, quatre, cinq heures et dans certains locaux sombres douze heures par jour. C'est là un manque d'hygiène des plus regrettables; joint à d'autres conditions antihygiéniques (1) des locaux, nous l'avons retrouvé parmi les causes qui ont pu prédisposer à la tuberculose les individus interrogés par nous.

Les bureaux de poste ont été signalés comme défectueux au point de vue de l'hygiène. La tuberculose des agents des postes est fréquente (2) : presque tous les bureaux de poste sont éclairés au gaz et par un nombre de becs beaucoup trop considérable eu égard à l'exiguité des locaux.

On comprend que, si faible que soit l'intoxication quotidienne, les sujets exposés à la subir présentent des altérations de la santé — que le gaz soit mis en liberté par des fuites minimes ou qu'il soit nuisible par les produits de sa combustion pour l'éclairage. Les sujets qui se trouvent placés dans les conditions défectueuses dont

(1) « Il existe certains ateliers où tous les ouvriers, au bout d'un certain temps, meurent de tuberculose par suite des mauvaises dispositions hygiéniques des locaux... » (Rénon, *les Maladies populaires.*)

(2) Rénon, *Ibid.*

nous venons de parler, exposés à respirer des heures entières quelquefois douze et treize heures, dans des locaux où il y a agglomération et encombrement exagéré de personnes, se trouvent placés à plus ou moins longue échéance dans un état tout particulier de réceptivité et d'opportunité morbides, qui les livre sans défense au bacille de Koch.

Il n'y a pas seulement intoxication lente, dans ces cas, il y a aussi, par suite de l'usage du gaz pour l'éclairage, diminution de l'air respirable (nous l'avons dit précédemment, chapitre I). Il peut même n'y avoir que cette diminution seule, mais elle expose l'individu à respirer de l'air déjà respiré et *confiné,* et c'est là une cause bien connue de prédisposition à la tuberculose pulmonaire.

L'intoxication lente, avons-nous dit, produit diverses altérations de la santé; nous rappellerons que deux de ces troubles : la dyspepsie et l'anémie sont bien souvent la première étape d'une évolution vers la tuberculose, étant elles-mêmes des états pathologiques secondaires et *symptomatiques* de l'intoxication oxycarbonée.

Les dyspepsies rebelles mettent l'individu dans un état de misère physiologique qui a été souvent signalé à ce point de vue. Les anémies sont loin d'être rares à la suite d'intoxications chroniques par le gaz d'éclairage ou par l'oxyde de carbone; telle est l'anémie des repasseuses (1); ces anémies prédisposent à toutes les infections. « La diminution du taux de l'hémoglobine se traduit par une série de symptômes frappant tous les systèmes de l'économie. Les processus d'oxydation se ralentissent, les sé-

(1) Brouardel, *les Asphyxies,* p. 40.

crétions glandulaires diminuent, la réceptivité aux infections s'accroît... (1) »

Et parmi les infections nous pensons que la tuberculose, si fréquente (2), tient une place importante.

B) *Influence du chauffage.* — Le chauffage au gaz produit les mêmes méfaits que l'éclairage, dans de semblables conditions anti-hygiéniques de cubage des locaux chauffés selon ce système. C'est ainsi que les locaux chauffés par des poêles à gaz sans évacuation au dehors des produits de la combustion sont particulièrement malsains, si perfectionnée que soit le mode de combustion. Les inconvénients sont les mêmes que pour les appareils d'éclairage (fuites possibles, mise en liberté des produits de la combustion..., etc.); le fait a été signalé, il y a déjà longtemps, par M. Hudelo (3).

Au dernier Congrès de la tuberculose MM. Juillerat et Bonnier, qui ont si savamment constitué le dossier sanitaire des immeubles de la Ville de Paris, ont insisté sur les dangers des intoxications lentes par l'oxyde de carbone, et ce qu'ils disent des poêles à charbon peut s'appliquer aussi bien aux poêles à gaz, surtout lorsque ceux-ci ne sont pas placés dans une cheminée pour l'évacuation des produits de la combustion.

« Souvent, disent MM. Juillerat et Bonnier dans leur rapport (4), les habitants d'un appartement, par ailleurs

(1) Chantemesse et Podwyssotsky, *les Processus généraux,* t. II, p. 281.

(2) Cent quarante mille morts par tuberculose pulmonaire en France chaque année, d'après les statistiques.

(3) Hudelo, in *Annales d'hyg. et de méd. légale,* 3e série, t. X.

(4) *Rapport* au Congrès de la tuberculose, Paris 1905. Travaux de la quatrième section.

confortable, sont saisis de vertiges; leur digestion est troublée; ils ressentent des maux de tête, des somnolences, des étourdissements, des nausées. Ils perdent l'appétit, s'affaiblissent. Le médecin, consulté, met sur le compte du surmenage, d'une alimentation défectueuse, d'une maladie organique de l'estomac ou d'une névrose, cet état morbide contre lequel tous les traitements échouent et qui ne trouve quelque amélioration que par le séjour du malade à la campagne.

« Dans la plupart des cas, on se trouve en présence d'une *intoxication carbonique faible,* insuffisante pour amener la mort, *suffisante pour compromettre gravement la santé* de celui qui la ressent (1).

« C'est qu'au nombre des imperfections les moins visibles de la construction usuelle, celle qui se rencontre le plus fréquemment, est l'établissement défectueux des appareils de chauffage et des conduits destinés à évacuer les produits de la combustion.

« L'anémie consécutive à cet empoisonnement inconscient est une des causes prédisposantes à l'infection tuberculeuse des plus redoutables parce qu'il est, la plupart du temps, extrêmement difficile de la reconnaître et de la combattre. »

Cette cause prédisposante difficile à reconnaître et à combattre, nous l'avons recherchée dans les observations qui suivent.

Nous faisons précéder les observations recueillies dans

(1) Dans un autre ordre de faits, ajoutons que l'*anémie* consécutive à une intoxication chronique due à l'action répétée de gaz toxique mélangé à l'air a été signalée parmi les ouvriers des usines à gaz, travaillant aux épurateurs. (Voir Layet, in *Revue d'hygiène, 1880.*) Il serait intéressant de rechercher la proportion de tuberculose pulmonaire chez les ouvriers des usines.

les services hospitaliers, d'une observation particulièrement intéressante parce qu'elle se rapporte à plusieurs sujets d'une même famille, qui fut exposée à une intoxication lente pendant de longs mois. Cette intoxication lente offre de plus la particularité d'avoir atteint un médecin.

OBSERVATIONS

OBSERVATION

COMMUNIQUÉE PAR LE MÉDECIN QUI A REMPLACÉ LE DOCTEUR X... PENDANT UNE PARTIE DE SA MALADIE (1).

« Le docteur X..., âgé de quarante-cinq ans, habitant la petite ville de C... dans un département du centre de la France, jouissait antérieurement d'une excellente santé.

Depuis une dizaine d'années il travaillait, lisait, écrivait dans un cabinet très exigu, éclairé par une lampe à gaz et chauffé par un poêle à gaz, souvent une ou deux heures pendant la matinée, toujours le soir de 8 heures jusqu'à minuit.

En octobre dernier il dut cesser ses occupations. Depuis plusieurs mois il avait maigri et présentait des troubles *dyspeptiques* très marqués. A cette époque (octobre 1905) il dut s'aliter, ayant été pris d'une pleurésie développée insidieusement.

C'était une pleurésie séro-fibrineuse à épanchement rapidement envahissant qui atteignit jusqu'à 2 litres. On fit trois ponctions.

A la suite de la dernière ponction le liquide se résorba assez rapidement et il ne resta plus que quelques adhérences pleurales.

Dans le courant de novembre apparurent au sommet gauche des signes non équivoques de bacillose à la 1re période. Cette bacillose a évolué et actuellement le malade présente des signes de ramollissement.

Le beau-frère du docteur X... était venu le remplacer près de

(1) Un de mes collègues, interne à Saint-Lazare.

sa clientèle et occupa à son tour le cabinet dans les mêmes conditions. Au bout de trois semaines il fut pris de troubles neurasthéniques consistant principalement en céphalée persistante, vertiges, angoisse précordiale et palpitations de cœur. Il dut s'interrompre à son tour et on me fit venir de Paris pour le remplacer momentanément.

Dès mon arrivée, je dépistai une fuite de gaz dans le cabinet de travail de mon confrère : frappé de l'odeur (1) de gaz qui m'incommodait je fis chercher la fuite, défaire une tapisserie de toile appliquée contre la conduite alimentant la lampe et *on découvrit une fuite* qui laissa échapper plus de gaz encore lorsque la tapisserie de toile fut enlevée. Cette toile filtrait pour ainsi dire le gaz à sa sortie du tuyau de plomb. L'orifice de la fuite pouvait avoir 4 millimètres de diamètre et ses bords étaient oxydés, ce qui fit supposer que la fuite n'était pas de date récente. La conduite était placée et la tapisserie appliquée sur elle depuis plusieurs années. La fuite devait être fort ancienne.

J'ajoute que dans l'entourage du médecin atteint de tuberculose dans les circonstances précédemment relatées, un de ses fils, jeune garçon qui paraissait bien portant auparavant, avait été pris depuis plusieurs mois, de troubles dyspeptiques et de vomissements sur la cause desquels son père, puis son oncle n'avaient pu se prononcer. »

OBSERVATIONS

RECUEILLIES DANS LES SERVICES HOSPITALIERS.

(Novembre-Décembre 1905-Janvier 1906).

Observation n° 1. (2)

Le nommé L. C..., âgé de vingt-quatre ans, exerce la profession de comptable depuis l'âge de seize ans, couché au lit n° 1 de la salle Villemin.

Antécédents héréditaires : rien de particulier à noter. Pas de

(1) Le collègue qui nous communique cette observation, nous fait remarquer qu'il est doué d'un odorat particulièrement développé.

(2) Les Observations 1 à 15 inclusivement ont été recueillies dans le service de M. le docteur Letulle, à l'hôpital Boucicaut.

tuberculeux dans sa famille. Antécédents personnels : rien de particulier jusqu'en 1903.

Durée de son travail quotidien : onze heures.

Il travaillait aux écritures dans un bureau cubant environ 20 à 24 mètres et dans lequel six employés se trouvaient constamment réunis pour leur travail d'écritures.

Le bureau est *éclairé au gaz* à l'aide de quatre becs, et comme il n'est pas très clair, on allume le gaz, en hiver, dès trois heures de l'après-midi.

Cette pièce est chauffée par une cheminée dans laquelle est disposée une corbeille de coke, mais comme la cheminée n'est pas grande et ne chauffe pas beaucoup, on allume plusieurs fois dans la journée *un poêle à gaz*, à flamme blanche. L. C... estime que, pendant cinq mois de l'année, le poêle à gaz est allumé en moyenne trois à quatre heures par jour.

La ventilation du bureau est défectueuse.

A l'heure du repas de midi, pendant l'absence des employés, on n'aérait pas la pièce et la fenêtre était rarement, autant dire jamais, entr'ouverte.

A la fin de la journée L. C... se plaignait fréquemment d'avoir des douleurs de tête.

Il y a deux ans, il dut interrompre son travail par suite de troubles cérébraux : perte de mémoire, fatigue au moindre effort intellectuel, vertiges... etc..., et le médecin qui fut consulté diagnostiqua une anémie cérébrale. Après une période de trois mois pendant laquelle le malade fut maintenu au repos absolu, ces troubles disparurent et L. C... reprit son travail d'écritures dans le même bureau.

Quelques semaines plus tard, en même temps que réapparaissaient les signes d'anémie cérébrale, le malade se mettait à tousser et l'on a alors constaté les manifestations pulmonaires d'une tuberculose à son début.

Aujourd'hui le malade présente quelque difficulté pour se remémorer les détails de sa vie passée. Il lui faut faire effort pour répondre à nos questions et sa mémoire lui fournit avec lenteur le renseignement cherché.

Il présente en outre des lésions avancées de tuberculose ouverte.

Observation n° 2.

Le nommé T. B..., âgé de quarante-neuf ans, exerce la profession de métreur, couché au lit n° 27 de la même salle.

Bons antécédents héréditaires. Antécédents personnels excellents.

A travaillé tantôt en plein air, tantôt dans un bureau. Depuis quatre ans reste continuellement dans un bureau éclairé par un fort bec de gaz.

Le bureau est assez grand, mais T. B... travaille la tête tout *près du bec de gaz,* qui est situé très bas, plus bas que sa tête.

La pièce est chauffée par une cheminée à bois.

La ventilation est facile et fréquente, mais quand on ouvre la fenêtre on sent souvent l'odeur de gaz qui entre dans le bureau surtout si le vent rabat. En effet vis-à-vis de la fenêtre du bureau, dans un corps de logis situé à une distance de 8 mètres environ, et au même étage, se trouve un puissant moteur à gaz employé pour une industrie.

Les fenêtres de l'atelier où est situé ce moteur sont constamment ouvertes et il y a des déperditions de gaz dans l'atmosphère d'une façon constante.

Tuberculose à la période de ramollissement.

Observation n° 3.

Le nommé L. G..., âgé de trente-deux ans, exerce le métier de chaudronnier depuis l'âge de treize ans, couché au lit n° 31 de la même salle.

Antécédents héréditaires : néant.

Antécédents personnels : Ethylisme manifeste.

Il se sert journellement, en moyenne cinq heures sur onze, par jour, d'un *chalumeau à gaz,* à brûleur intense, et il est très rapproché de ce chalumeau pendant qu'il s'en sert pour son tra-

vail : il aspire souvent l'air chaud qui monte du chalumeau vers ses narines et souvent aussi *l'odeur du gaz le prend à la gorge,* dit-il.

A fréquemment des maux de tête.

Le début de sa maladie actuelle remonte à 1903. Aujourd'hui il présente des lésions de tuberculose pulmonaire ouverte.

Il y a conservation de l'appétit.

L'amaigrissement n'est pas considérable.

Le malade semble résister assez bien au processus morbide.

Observation n° 4.

Le nommé E. T..., âgé de cinquante-trois ans, couché au lit n° 13 de la même salle, exerce depuis treize ans le métier d'imprimeur.

Antécédents d'arthritisme et d'éthylisme.

Il a toujours travaillé la nuit, occupé pendant six et huit heures à la correction des épreuves dans un petit bureau où se tenaient en permanence quatre correcteurs. La petite pièce était éclairée *par quatre becs de gaz,* placés très bas et dont la proximité gênait les correcteurs, leur occasionnant de violents maux de tête.

E. T..., a commencé à tousser il y a dix ans. Depuis ce temps il fut forcé, à plusieurs reprises, d'abandonner son travail qu'il recommençait lorsqu'il se sentait un peu mieux.

Actuellement présente des lésions avancées de tuberculose ouverte.

Observation n° 5.

Le nommé A. C..., âgé de seize ans, est couché au lit n° 16 de la même salle.

Antécédents héréditaires entachés de tuberculose. Parents morts de phtisie.

Exerce, depuis peu, le métier de tapissier ; mais auparavant, pendant un an, a travaillé à des écritures dans un minuscule réduit, sorte de petit couloir sombre *éclairé par un bec de gaz.*

Ce bec de gaz était situé à quelques centimètres de la tête du

jeune homme qui était occupé plusieurs heures par jour à faire des écritures sur une étroite planchette appliquée contre le mur.

Sa maladie a évolué rapidement. Actuellement il présente des lésions de ramollissement aux deux sommets.

Observation n° 6.

Le nommé P. R..., âgé de vingt-deux ans, exerce le métier de comptable dans une maison de commerce, est couché au lit n° 19, de la même salle.

Rien de particulier comme antécédents héréditaires et personnels.

Pendant trois ans, il a travaillé aux écritures, onze heures par jour, dans un bureau éclairé le soir à l'électricité. Il prenait ses repas chez lui, faisant lui-même sa cuisine sur un fourneau à gaz qui laissait facilement échapper le gaz : l'odeur s'en répandait dans la petite cuisine. Dans la pièce où il couchait, voisine de la cuisine, *on sentait continuellement l'odeur du gaz.*

Il n'y avait pourtant pas d'installation ni de tuyaux de gaz dans cette pièce, mais, au dire de P. R..., le gaz qui venait d'une fuite dans la cuisine, passait sous la porte et pénétrait ainsi dans la seconde pièce. « *Cela sentait toujours le gaz chez moi* », nous dit P. R..., et pourtant un inspecteur de Compagnie, venu pour chercher la fuite, trouva le fourneau et la tuyauterie de la cuisine en bon état.

Les voisins et les personnes qui entraient dans le logement de P. R..., s'étonnaient qu'il ne fût pas incommodé par l'odeur du gaz continuellement perceptible. — Cet état de choses dura un an et demi, jusqu'en 1904. C'est alors qu'il commença à tousser.

Actuellement P. R... présente des lésions avancées de tuberculose cavitaire.

Observation n° 7.

Le nommé N..., tailleur d'habits, âgé de vingt-sept ans, couché au lit n° 20 de la même salle, exerce sa profession depuis l'âge de treize ans.

Pas d'antécédents héréditaires remarquables.

Depuis quatre ans il travaille chez lui, se chauffant avec un poêle à charbon, s'éclairant à l'aide d'une *lampe à gaz*, munie d'un bec à incandescence. La pièce où il travaille est petite, elle est trop chauffée par le poêle et par la lampe à gaz.

Actuellement présente des lésions de tuberculose ouverte.

Observation n° 8.

La nommée A. D..., âgée de trente-quatre ans, couchée au lit n° 1 de la salle Davilliers, est concierge depuis sept ans.

Dans ses antécédents héréditaires, pas de tuberculose pulmonaire.

Elle habitait seule dans sa loge de concierge.

Dans ses antécédents personnels, rien à signaler.

La loge qu'elle occupait pour ainsi dire nuit et jour était petite ayant une seule porte-fenêtre (n'était pas par conséquent traversée par des courants d'air). L'hiver, la loge était chauffée continuellement par un poêle à charbon de terre qui était également allumé, en été, pour la cuisine du repas. Ce poêle était allumé dans l'unique pièce constituant la loge où couchait A. D... Cette pièce étant fort sombre, était éclairée *par un bec de gaz* allumé dès 3 ou 4 heures de l'après-midi jusqu'à 11 heures du soir.

La malade, qui depuis deux ans se sentait moins bien portante qu'auparavant, a commencé à tousser depuis quelques mois.

Elle est actuellement soignée à l'hôpital Boucicaut (depuis le commencement de novembre) pour une tuberculose ouverte.

Observation n° 9.

La nommée E. R..., âgée de trente-deux ans, couchée au lit n° 5 de la même salle, exerce depuis l'âge de treize ans, le métier de feuillagiste (pour les fleurs artificielles).

Antécédents héréditaires : pas de tuberculose.

Antécédents personnels : a été assez bien portante jusqu'en 1903.

Elle travaillait à cette époque douze heures par jour dans un atelier *éclairé* au moins pendant cinq heures *au gaz*. Pour éclairer son ouvrage *un bec était placé devant elle à peu de distance de sa tête*. Elle avait souvent de la céphalée. L'atelier contenait douze ouvrières et était chauffé au charbon. La ventilation était défectueuse. Peu de temps après qu'elle eut quitté le travail une autre ouvrière, toussant également, dut cesser de travailler.

E. R..., présente actuellement des lésions de tuberculose ouverte.

Observation n° 10.

La nommée M. B..., âgée de cinquante ans, blanchisseuse, couchée au lit n° 12 de la même salle, est malade depuis un an.

Pas de tuberculose dans ses antécédents héréditaires, ni dans son entourage familial.

Elle travaillait à proximité d'un réchaud à charbon de terre qui chauffait les fers à repasser. L'atelier était *éclairé au gaz* et elle était *placée constamment près d'une lampe à gaz*.

L'atelier était petit. Vingt ouvrières y travaillaient ensemble.

Actuellement M. B..., présente des lésions de tuberculose ouverte.

Observation n° 11.

La nommée M. D..., âgée de trente-trois ans, couchée au lit n° 18 de la même salle, exerce le métier de coloriste depuis sept ans.

Pas de tuberculose dans ses antécédents héréditaires ni dans son entourage familial.

Elle travaillait dans un atelier *éclairé* six heures (au moins) *par le gaz*, chauffé par un poêle à charbon.

L'atelier renfermait dix ouvrières ; il n'avait *pas de fenêtre*, mais un seul vasistas que l'on ouvrait de temps en temps.

A commencé à tousser il y a deux ans. Actuellement, signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 12.

La nommée A. W..., âgée de dix-neuf ans, couchée au lit n° 19 de la même salle, est couturière de son état.

Pas de tuberculose antérieurement dans sa famille.

Avant de commencer à tousser, elle est restée six mois dans le même atelier de couture. Dix-huit ouvrières travaillaient ensemble ; l'atelier était petit et *éclairé* par *huit becs* à incandescence pendant trois à quatre heures chaque jour en moyenne.

L'atelier était *chauffé au gaz* par un réchaud qui servait à chauffer des fers.

A. W..., a commencé à tousser au mois de juillet.

Actuellement, signes de tuberculose au début de la période de ramollissement. Crache moins depuis qu'elle est à Boucicaut.

Observation n° 13.

La nommée A. F..., couchée au lit n° 22 de la même salle, âgé de quarante-cinq ans, est blanchisseuse.

Rien de particulier dans ses antécédents héréditaires et personnels.

Malade depuis cinq mois. Pas de cas de tuberculose dans son entourage familial.

Travaillait dans un atelier *éclairé* par de *nombreux becs de gaz,* chauffé au charbon de terre.

Actuellement, signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 14.

La nommée M. B..., âgée de vingt-six ans, est couchée au lit n° 23 de la même salle ; elle est brocheuse.

Pas de tuberculose dans ses antécédents héréditaires ni dans son entourage familial.

Malade depuis deux ans. Auparavant travaillait en dernier lieu dans un atelier assez grand, mais occupé par quarante ouvrières. *Douze becs de gaz l'éclairaient.* La ventilation était défectueuse. L'atelier était chauffé au charbon.

Actuellement, signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 15.

La nommée J. P..., âgée de vingt et un ans, est couchée au lit n° 24 de la même salle. Elle travaille dans les confections.

Antécédents héréditaires : pas de tuberculose.

Avant de tomber malade travaillait dans un magasin à l'entresol, mal aéré, où on allumait quatre à six heures par jour *une dizaine de becs de gaz.*

Ce magasin était chauffé par un poêle à charbon.

Actuellement, signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 16 (1).

Le nommé A. R..., âgé de quarante-huit ans, est couché au lit n° 30 de la salle St-Christophe.

Rien de particulier dans ses antécédents héréditaires.

Avant de tomber malade, en 1899, travaillait au polissage des métaux et maniait surtout le cuivre qu'il polissait sur une meule de grès. Il avait constamment devant lui un bec de gaz allumé (bec papillon).

L'atelier était chauffé par un poêle à charbon.

Actuellement, signes de tuberculose ouverte.

N'a jamais présenté de signes de l'intoxication par le cuivre, excepté peut-être une anorexie très manifeste qui a précédé de quelques mois l'apparition des signes de tuberculose pulmonaire et dont la cause déterminante est difficile à préciser.

(1) Recueillie dans le service du professeur Dieulafoy, à l'Hôtel-Dieu, ainsi que l'observation suivante.

Observation n° 17.

La nommée A. L..., âgée de vingt-neuf ans, couchée au lit n° 25 de la salle Ste-Jeanne, cuisinière.

Faisait quelquefois *la cuisine au gaz.*

Dans la dernière place où elle était avant de tomber malade, la pièce, toute petite, était un ancien cabinet de toilette transformé en cuisine, *éclairée au gaz.* La malade nous dit que l'odeur du gaz était sentie assez souvent dans la pièce. Aération défectueuse.

Tousse depuis trois mois.

Observation n° 18 (1).

La nommée A. C..., couchée au n° 19 de la salle Langle, âgée de quarante ans, était couturière, et travaillait chez elle, dans sa salle à manger.

Elle avait fait installer le gaz dans son appartement, en mars 1904.

Elle a commencé à tousser un an plus tard.

Comme elle trouvait que *cela sentait le gaz* dans sa salle à manger, elle fit venir des employés de la compagnie et *une fuite probablement ancienne* fut découverte dans le trajet d'un tuyau de plomb à travers un placard de cette même salle à manger.

La fuite était assez importante.

La malade attribue à cette cause une paresse invincible à se lever le matin et des *envies fréquentes de dormir* l'après-midi, pendant son travail.

Son mari, employé aux postes, a toussé quelques semaines après qu'elle eut commencé à tousser elle-même.

Sa fille, qui *travaillait au dehors,* est bien portante.

Actuellement la malade présente des signes de tuberculose à la période de ramollissement.

(1) Recueillie dans le service du Dr Landrieux, à Lariboisière, ainsi que les deux observations suivantes.

Observation n° 19.

La nommée G. R..., âgée de vingt-cinq, ans, est couchée au lit n° 1 de la salle Langle. Elle exerce la profession de brocheuse.

Lorsqu'elle a commencé à tousser et à maigrir, elle travaillait dans un atelier où *des fuites de gaz fréquentes* faisaient parfois interrompre le travail. Son atelier était clair, mais à la fin de l'après-midi *on allumait plusieurs becs de gaz*. De plus toute la journée, comme « échantillonneuse », elle avait besoin de colle et celle-ci chauffait sur un bec de gaz constamment allumé.

Il est intéressant de noter qu'une autre ouvrière est tombée malade de tuberculose pulmonaire à peu près en même temps que la nommée G. R ; — qu'une autre ouvrière du même atelier a souvent des troubles nerveux, des vertiges et des syncopes.

Enfin, *il est surtout à remarquer* que *dans la même maison* de brochage, un autre atelier, voisin du précédent, et *éclairé à l'électricité* a toutes ses ouvrières bien portantes pendant l'année où G. R... a travaillé dans cette maison. Donc : d'un côté, atelier *éclairé au gaz,* sur huit ouvrières, trois sont atteintes de troubles morbides; de l'autre côté, atelier *éclairé à l'électricité :* sur six ouvrières pas de malades, aucune des ouvrières n'a dû, pour raison de santé, abandonner son travail, cela du moins pendant une année.

Observation n° 20.

La nommée B. C..., âgée de quarante ans, couchée au n° 8 salle Langle, est couturière.

Rien de particulier dans ses antécédents héréditaires.

Travaillait dans un atelier *éclairé par plusieurs becs de gaz.*

Sept ouvrières dans l'atelier, aération défectueuse.

La malade se plaignait de rester constamment trop près des becs de gaz.

Actuellement, lésions de tuberculose ouverte.

Observation n° 21 (1).

Le nommé P. H..., aide de cuisine, âgé de trente-six ans, est couché au n° 21 de la salle Marjolin. Malade depuis 1900.

Pas d'antécédents de tuberculose dans sa famille. Dans la dernière place où il était avant de tomber malade, travaillait douze et quatorze heures dans une cuisine éclairée à l'électricité, mais six mois auparavant avait travaillé dans une *cuisine éclairée au gaz.*

A cette époque il avait commencé à se sentir moins bien portant qu'auparavant.

Actuellement : signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 22.

Le nommé J. G..., âgé de quarante-trois ans, couché au lit n° 15 de la même salle, est garçon de cuisine.

Pas de tuberculose dans ses antécédents héréditaires ni dans son entourage familial.

Malade depuis 1902. A cette époque il a eu une pleurésie ayant débuté insidieusement et qui lui a laissé des adhérences pleurales de pleurésie sèche. Il se sentait déjà moins bien portant au moment du début de cette pleurésie, et depuis 1900 ne jouissait plus d'une aussi bonne santé qu'auparavant.

Cette année-là, pendant l'Exposition, il avait travaillé pendant six mois dans une cuisine de restaurant où l'on faisait *la cuisine sur des fourneaux à gaz* allumés du matin jusqu'au soir onze heures ou minuit. Dans cette pièce éclairée à l'électricité mais mal aérée séjournaient continuellement 28 à 30 cuisiniers ou aides de cuisine. J. G... était employé, à proximité des fourneaux à gaz, à laver la vaisselle dans de vastes cylindres ou cuves de cuivre. Ces récipients étaient chauffés par des *rampes de becs de gaz* dont les émanations montaient à la tête des aides de cuisine, ou

(1) Recueillie dans le service de M. le Dr Thoniot, à Saint-Antoine, ainsi que les quatre observations suivantes.

« plongeurs », qui lavaient la vaisselle. « *Nous sentions sans cesse l'odeur de gaz à plein nez* », nous dit J. G...

Après l'Exposition, fatigué, le malade s'est reposé quelque temps, puis s'est remis au travail; il entra dans un restaurant de brasserie *éclairé au gaz* et où l'on faisait la cuisine sur des fourneaux à charbon.

J. G... se sentait moins fort au travail qu'avant l'année de l'Exposition, il toussait de temps en temps. C'est alors que survint au commencement de l'année 1902 la pleurésie dont il est question précédemment. — Il n'a plus repris son travail depuis 1902, et n'a pu faire que des extras de courte durée.

Actuellement présente des signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 23.

Le nommé A. H..., couché au lit n° 16 de la même salle. Agé de 25 ans, fondeur de plomb.

Travaillant douze heures par jour.

Pendant deux ans l'atelier était éclairé au gaz, jusqu'en 1901.

Il tombe malade en 1902 mais avait perdu l'appétit depuis longtemps.

Actuellement, signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 24.

La nommée M. L..., âgée de 47 ans, couchée au lit n° 5, de la salle Roux, était cuisinière dans les restaurants.

Faisait souvent la cuisine au gaz.

La dernière cuisine où elle a travaillé était éclairée au gaz et manquait d'air.

Actuellement, signes de tuberculose ouverte.

Observation n° 25.

La nommée C. S..., âgée de trente ans, couchée au lit n° 14 de la même salle, exerçait le métier de cuisinière chez un buraliste marchand de vin.

Aucun antécédent de tuberculose pulmonaire dans sa famille qui est nombreuse.

La malade faisait du matin au soir la *cuisine* sur un *fourneau* à gaz. La cuisine était une arrière-boutique sans fenêtre et *éclairée au gaz*. Dans cette pièce, très difficilement aérée, C. S... restait parfois jusqu'à minuit, pour recommencer son travail dans les mêmes conditions le lendemain matin à 7 heures

Il y a un an qu'elle était dans cette place.

Auparavant, elle était robuste et bien portante.

Personne dans la famille de son patron ne toussait.

Actuellement la malade présente des signes de tuberculose ouverte.

Les vingt-cinq observations ci-dessus relatées proviennent d'une enquête que nous avons faite dans les salles de différents hôpitaux réservées aux tuberculeux et qui a porté sur 105 sujets.

Nous n'avons évidemment cité que les observations des sujets tuberculeux dans les antécédents desquels le gaz d'éclairage nous a paru avoir joué un rôle néfaste, particulièrement pendant les semaines ou les mois qui ont précédé le début de leur affection. Certes, sur les 105 sujets que nous avons interrogés, nombre d'autres se servaient du gaz, mais ils en faisaient un emploi modéré, qui ne semble pas leur avoir été nuisible.

L'oxyde de carbone a aussi, dans quelques-uns de ces cas, été produit par des fourneaux, des réchauds ou des poêles à charbon, en même temps que par le gaz.

Nous donnons le résumé de notre enquête dans le tableau statistique suivant :

	Nombre de tuberculeux interrogés.		Nombre de sujets atteints d'intoxication lente.	
Hôpital Boucicaut. Service du Dr Letulle . . .	50	Hommes 30 Femmes 20	15	Hommes 7 Femmes 8
Hôtel-Dieu. Service du Prof. Dieulafoy.	12	Hommes 9 Femmes 3	2	Hommes 1 Femmes 1
Hôpital Lariboisière. Service du Dr Landrieux,	19	Hommes 0 Femmes 19	3	Hommes 0 Femmes 3
Hôpital St-Antoine. Service du Dr Thoinot. . .	24	Hommes 10 Femmes 14	5	Hommes 3 Femmes 2
Total	105	Hommes 49 Femmes 56	25	Hommes 11 Femmes 14

Ainsi, sur **105** sujets tuberculeux, il y en a eu **25** chez lesquels, l'intoxication lente par des doses minimes, mais répétées, du gaz d'éclairage nous a paru avoir joué un rôle important dans le développement de leur maladie.

Ce qui donne une proportion de **24** pour **100**.

Remarquons en terminant que les femmes sont plus fréquemment atteintes que les hommes. Cet écart de proportion serait peut-être dû aux conditions de travail des uns et des autres : Les hommes en général travaillent plus souvent au grand air, ainsi : les terrassiers, les charretiers, etc... Les femmes au contraire, presque toutes, sont du matin au soir confinées dans des pièces closes.

CHAPITRE III

Prophylaxie.

Du gaz d'éclairage au point de vue hygiénique. — Ventilation et hygiène des ateliers.

Nous venons de voir que l'emploi du gaz d'éclairage, qu'on l'utilise pour l'éclairage ou pour le chauffage, n'est pas sans inconvénients alors même qu'il ne s'agit que de doses minimes de gaz répandues dans l'atmosphère.

Les moyens de *prévenir ces fuites* ne sont autres que ceux que nous avons déjà indiqués à propos des intoxications par des doses plus ou moins fortes, à savoir : fermer, non seulement le robinet d'arrivée du gaz dans l'appareil, mais encore les robinets de branchement et le compteur aux heures où le gaz ne doit pas être brûlé; se servir le moins possible de tuyaux de caoutchouc pour les conduites de gaz et y substituer, quand faire se pourra, des tuyaux de plomb; car nous avons signalé ce fait que, même sans fissure, il pouvait y avoir transsudation du gaz à travers les parois de caoutchouc.

Au sujet de ces fuites minimes nous dirons ici que dans ces derniers temps on s'est préoccupé de rechercher dans l'air des pièces closes la présence de proportions infini-

tésimales d'oxyde de carbone et par là même de gaz d'éclairage.

Le chlorure cuivreux, employé pour la recherche de l'oxyde de carbone dans les gaz extraits du sang, et l'acide iodique ont été utilisés dans ce but. L'acide iodique est réduit par l'oxyde de carbone à une température de 140° et l'iode, que l'on peut peser, est mis en liberté. Ce procédé a permis à M. Gautier de trouver des doses de 12 cent-millièmes. MM. Albert Lévy et Pécoul utilisant la même réaction de l'acide iodique font passer des vapeurs d'iode dans le chloroforme et, suivant la quantité d'oxyde de carbone, des colorations rose violet plus ou moins intenses se produisent, colorations que l'on compare à des feuilles coloriées d'avance et portant inscrites les doses d'oxyde de carbone auxquelles correspond la coloration obtenue.

Les papiers-réactifs au chlorure de palladium peuvent rendre des services pour déceler la présence de l'oxyde de carbone, mais seulement lorsque l'air « renferme le chiffre déjà excessif de 4 pour 100 de gaz toxique » (1).

Le grisoumètre est basé également sur la réaction du palladium : un fil de palladium est chauffé au rouge par un courant électrique et, il y a réduction du volume de l'air dans l'appareil.

On a enfin proposé dernièrement d'utiliser la différence de densité de l'air chargé de gaz par rapport à la densité de l'air normal pour produire des signaux auto-révélateurs. Ces appareils ingénieux ne sont pas

(1) Langlois, *Précis d'hygiène publique et privée* (Doin, éditeur), page 307.

encore entrés dans la pratique et restent actuellement de purs procédés de laboratoire. On est bien souvent obligé, pour s'assurer de la présence de l'oxyde de carbone dans les appartements, de se servir d'un oiseau en cage, qui, transporté dans la pièce incriminée, s'affaisse et succombe rapidement s'il existe des traces du gaz délétère (0,5 pour 1.000).

Quant à *prévenir et combattre* les inconvénients et les dangers de la *combustion du gaz d'éclairage* employé pour le chauffage ou pour l'éclairage dans les ateliers, les bureaux, les cuisines, etc..., en un mot dans tous les endroits clos, il n'y a qu'un moyen efficace, c'est l'établissement d'une ventilation qui permette de renouveler l'air d'une manière suffisante. On sait que les hygiénistes exigent pour ce renouvellement une ventilation de 40 mètres cubes à l'heure par individu, le cubage de place étant au moins de 15 mètres cubes par tête (1).

En général ces conditions sont loin d'être remplies; des circonstances particulières, telles que notamment les petites dimensions des ateliers ou des bureaux, l'impossibilité de les agrandir, la nécessité d'un personnel nombreux, entraînent souvent une agglomération exagérée de personnes dans les pièces dont on dispose. C'est alors surtout que l'on doit recourir à une ventilation abondante et fréquente pour amener un air nouveau et pur aux sujets qui sont forcés d'y séjourner; mais il n'est pas toujours facile d'établir cette ventilation, pourtant si nécessaire.

(1) Langlois, *loc. cit.*, page 295.

Dans un intéressant rapport sur l'aération des ateliers de femmes à Paris, présenté au dernier Congrès de la tuberculose, Mme Thibault et M. Raulin ont signalé les difficultés que l'on rencontre trop souvent :

« La loi intervient, il est vrai, pour prescrire un minimum de cubage dans les locaux de travail et pour exiger le renouvellement de l'air pendant l'heure obligatoire de repos qui divise la journée. Mais elle ne s'inquiète ni de la qualité de l'air introduit, ni de son renouvellement durant la période qui s'écoule entre le repas de midi et la sortie du soir, souvent tardive. Or, cette mesure d'hygiène élémentaire, l'ouverture d'une fenêtre, reste subordonnée ou à la volonté souvent peu éclairée d'une directrice d'atelier ou à une entente commune bien difficile à établir entre toutes les ouvrières par certaines températures (1).

Dans d'autres cas, ce sont les conditions défectueuses des ateliers eux-mêmes qui ne permettent pas d'avoir une aération suffisante.

M. Woillot et le Dr Martial ont insisté sur ce fait au Congrès de la Tuberculose : « Dans nos grandes villes surtout, disent ces auteurs, tout local quel qu'il soit peut devenir le lieu de séjour d'une industrie... Les fenêtres existant dans les locaux devenus ateliers, se trouvent, pour la plupart obstruées par des établis et les vasistas qui existent sont tout à fait insuffisants pour renouveler l'air (2). »

(1) *La Tuberculose et l'hygiène des ateliers de femmes à Paris,* Rapport au *Congrès de la tuberculose,* Paris (1905). Masson, éditeur.

(2) *La Tuberculose et l'hygiène des ateliers,* Rapport au *Congrès de la tuberculose,* Paris (1905). Maison, éditeur.

Les faits signalés par MM. Woillot et Martial ne sont que trop fréquents; on en trouve de semblables et d'analogues pour ainsi dire dans toutes les industries et dans toutes les administrations publiques ou privées (1).

La même observation s'applique également aux cuisines car, dit M. Juillerat, « les émanations carboniques des fourneaux à charbon de bois ou à gaz viennent joindre leur action délétère à toutes les autres causes d'insalubrité. Il est indispensable que le renouvellement de l'air y soit assuré d'une façon continue » (2).

Ces quelques citations, que nous pourrions multiplier, montrent combien il est indispensable de remédier par une ventilation fréquente à la présence de l'oxyde de carbone dans tous les endroits clos susceptibles d'avoir été viciés par ce gaz, — qu'il provienne ou non du gaz d'éclairage; et combien, d'autre part, il est difficile d'y parvenir.

Aussi ne saurait-on trop conseiller, pensons-nous, de remplacer aussi souvent que possible l'éclairage au gaz par l'éclairage électrique (3), qui n'a pas les mêmes inconvénients, tout au moins au point de vue de l'hygiène. Mais c'est encore là un moyen dont l'application soulève des difficultés de différents ordres, qu'il sera souvent impossible de surmonter. Ajoutons que dans les ateliers en question la substitution de l'éclairage électrique à

(1) Se reporter à ce qui a été dit précédemment au sujet des bureaux de postes des grandes villes (chap. II, p. 91).

(2) Juillerat, *l'Habitation urbaine,* Rapport au *Congrès d'assainissement et de salubrité de l'habitation,* Paris (1904). J. Rousset, éditeur.

(3) Gariel, *l'Éclairage électrique dans ses rapports avec l'hygiène,* in *Revue d'hygiène,* année 1892, page 101.

l'éclairage par le gaz ne remédie qu'en partie à leurs défauts. On s'explique ainsi le lourd tribut que, dans ces cas, la classe ouvrière continue à payer à la tuberculose.

CONCLUSIONS

A. — *L'étude expérimentale* que nous publions et les observations de divers auteurs que nous avons rapprochées de nos expériences personnelles permettent de formuler les conclusions suivantes :

I. — Les différences entre les quantités d'oxyde de carbone que l'on trouve dans le sang, après asphyxie par le gaz d'éclairage, paraissent être dues à une *sensibilité particulière* des individus ou des animaux intoxiqués, bien plus qu'aux différences dosimétriques de la dilution du gaz dans l'air respiré. Le chiffre seul du dosage de l'oxyde de carbone trouvé dans le sang ne permet pas d'apprécier, même approximativement, la proportion de gaz mêlée à l'atmosphère.

En d'autres termes, la *quantité d'oxyde de carbone* trouvée dans le sang *n'est pas fonction* des *quantités de gaz* diluées dans l'air.

II. — La *quantité d'oxyde de carbone* trouvée dans le sang *n'est pas fonction* du *temps* pendant lequel s'est prolongée l'intoxication.

III. — Mais, ainsi qu'on pouvait le prévoir, il existe

une *relation* constante entre la *dilution du gaz* dans l'air et le *temps* pendant lequel s'est prolongée l'intoxication avant de déterminer la mort. Plus faible est la proportion de gaz diluée dans l'air et plus longue est la durée de l'asphyxie : cette durée de l'asphyxie semble être en raison inverse de la proportion de gaz contenue dans l'air.

IV. — Parmi les causes contribuant à déterminer les différences individuelles relatives aux quantités d'oxyde de carbone trouvées dans le sang, on doit faire entrer :

1° Comme cause *empêchant la fixation d'une quantité élevée* d'oxyde de carbone sur les globules sanguins :

L'état d'affaiblissement organique du sujet au moment de l'asphyxie;

2° Comme causes *favorisant la fixation d'une quantité élevée* d'oxyde de carbone sur les globules sanguins :

a) L'état de résistance organique et l'intégrité de la santé au moment de l'asphyxie;

b) L'absorption préalable de liquides alcoolisés.

3° Le *poids* et la *capacité respiratoire* interviennent pour amener une *augmentation* de la fixation de l'oxyde de carbone dans le sang. L'augmentation est appréciable, sans que nous ayons pu établir une proportionnalité.

B. — Les cas d'*intoxications lentes* que nous avons relatés et les observations que nous avons recueillies permettent de formuler les conclusions suivantes :

I. — Le **gaz non brûlé,** qui se répand à l'intérieur des habitations par des *fuites,* même très minimes, met en liberté de l'oxyde de carbone et altère d'une manière continue l'air destiné à la respiration : par ce fait il peut déterminer à la longue de graves désordres de l'organisme; et en particulier favoriser l'éclosion et l'évolution de la *tuberculose pulmonaire.*

Pour prévenir ces intoxications lentes, ainsi d'ailleurs que certaines intoxications rapides accidentelles, on ne saurait assez insister sur l'importance d'une *fermeture parfaite* des robinets des appareils à gaz et sur la nécessité de fermer, après l'extinction des appareils, non seulement les divers *robinets de branchement,* mais encore le *compteur à gaz* qui commande tout le réseau d'un atelier ou d'un appartement.

L'état des conduites doit être vérifié fréquemment.

II. — Le **gaz brûlé** à l'aide d'appareils d'éclairage et de chauffage dans les ateliers, magasins, cuisines, appartements, etc., peut, dans certaines conditions défavorables, déterminer des altérations de la santé et contribuer à développer également la tuberculose pulmonaire par suite des deux circonstances suivantes :

1° Selon les appareils employés, il peut se produire dans l'atmosphère un *échappement de gaz incomplètement brûlé :* d'où, à la longue, altérations possibles de

la santé pour les mêmes raisons que dans les fuites de gaz non brûlé.

2° En multipliant les becs de gaz pour l'éclairage ou en faisant usage d'appareils de chauffage qui consomment de grandes quantités de gaz, ces divers appareils dérobent une partie de l'air nécessaire à la respiration et exposent les sujets à tous les dangers de l'*air confiné*, si les règles hygiéniques du *cubage* et de la *ventilation* des locaux ne sont pas observées.

Vu
Le Président de la Thèse,
P. BROUARDEL.

Vu
Le Doyen,
DEBOVE.

Vu
ET PERMIS D'IMPRIMER :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris
LIARD.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Arthus. — *Éléments de chimie physiologique,* Paris, 1895, Masson, éditeur.

Artigalas. — *Les asphyxies toxiques.* Thèse d'agrégation (1883).

Bert (Paul). — *De l'asphyxie en général.* Dictionnaire Jaccoud.

— *Leçons sur la physiologie comparée de la respiration* (1870).

Berthelot. — Recherches sur les carbures pyrogénés et sur la composition du gaz d'éclairage. *Annales de physique et de chimie,* 5e série, t. X, 1877.

Brouardel. — *Les asphyxies par le gaz, les vapeurs et les anesthésiques,* Paris, 1896, Baillière, éditeur.

— Commission sanitaire du 28 septembre 1880.

— La lutte contre la Tuberculose en France. *Presse médicale,* 1903.

Brouardel, Descoust et Ogier. — *Un cas d'empoisonnement par l'oxyde de carbone,* in *Annales d'hyg. et de méd. lég.,* 3e série, t. XXXI, année 1894.

Brouardel et **Ogier.** — *Documents sur les travaux du Laboratoire de toxicologie.* Baillière, éditeur, Paris 1891.

Brown-Sequard et **d'Arsonval.** — *Toxicité de l'air expiré,* Société de Biologie, 1887, *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 1888.

Bruneau. — *Empoisonnement par le gaz d'éclairage,* Thèse Paris, 1885.

Caussé (d'Albi). — Asphyxie par le gaz d'éclairage. *Annales d'hygiène et de médecine légale,* 2e série, t. XXXXIV, p. 353.

Chantemesse et **Podwyssotsky.** — *Les processus généraux,* Paris, 1901-1905, Masson, éditeur.

Chassevant. — Une question de survie, *Journal de médecine de Paris,* 1905, n° 3.

Claude Bernard. — *Leçons sur les effets des substances toxiques.* Paris, 1857.

— *Leçons sur les anesthésiques et l'asphyxie.* Paris, 1875.

— *Leçons de physiologie opératoire.* Paris, 1879.

Cobelli (Ruggiero). — *Leits. für Biol.,* III, 1876, reproduit dans la *Revue des sciences médicales,* t. IX, 2e fascicule, 1877.

Cruz (Gonçalvès). — *Études sur la recherche de l'empoisonnement par le gaz d'éclairage,* travail du laboratoire de toxicologie, *Annales d'hygiène et de médecine légale.* 3e série, t. 39, 1898, p. 385.

Déléarde. — Sur un cas de mort par asphyxie avec persistance de l'oxyde de carbone dans le sang deux mois et demi après le décès. *Écho médical du Nord,* Lille, 1905, n° 10, p. 98.

Dieulafoy. - *Manuel de Pathologie interne,* 14e édition, Paris, 1904, Masson.

Gariel. — *L'éclairage électrique dans ses rapports avec l'hygiène, Revue d'hygiène* 1892, p. 101.

Garnier. — *Intoxication par l'oxyde de carbone*. Disparition du gaz toxique dans le sang des victimes. Réunion biologique de Nancy. *Séances et mémoires de la Société de Biologie*, année 1903, p. 759.

Gréhant (**N.**). — *Recherche physiologique de l'oxyde de carbone dans les produits de la combustion du gaz, Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. I, 1879, p. 183.

— *Les gaz du sang*. Paris, 1894.

— *Les poisons de l'air*. Paris, 1890.

— *Sur les premières phases de l'empoisonnement aigu par l'oxyde de carbone* in *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1903.

— *Empoisonnement par l'alcool ou par l'oxyde de carbone*. in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 4e série, t. 3, 1905, p. 542.

Halberstadt. — Résumé du travail de Strussmann et Schulz, de Berlin (1905). *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 4e série, t. 3, 1905, p. 175.

Hudelo. — *Altération de l'air des appartements par le chauffage au gaz*, in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 2e série, t. 46, 1876, p. 528.

Kober. — *Schmidts Jahrbücher*, décembre 1880, in *Annales d'hyg., et de médecine lég.* 3e série t. 5, 1881, p. 362.

Juillerat et **Bonnier**. — Rapport au *Congrès de la Tuberculose*, Paris, 1905, 4e section.

Laborde. — Communication à l'Académie des sciences, octobre 1902.

Lacassagne, **E. Martin** et **Nicloux**. Société de Biologie, janvier 1903.

Lafargue (de Bordeaux). — *Empoisonnement par le gaz d'éclairage*, in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. IX, 1883, p. 446.

Landouzy. — *La Tuberculose maladie sociale. Presse médicale*, 1903.

Langlois. — *Précis d'hygiène publique et privée*, 1904, Doin, éditeur.

Layet. — *L'Éclairage devant l'hygiène, Revue d'hygiène*, 1880, p. 895.

Legrand du Saule, **Berryer et Pouchet**. *Médecine légale*, Paris, 1886, Delahaye et Lecrosnier, éditeurs.

Lelorrain. — *De l'oxyde de carbone au point de vue toxicologique*, Strasbourg, 1867.

Lépine et Boulud. — *L'oxyde de carbone dans le sang des anémiques*, in *Comptes rendus de la Société de Biologie*, n° du 7 juillet 1905, p. 55.

Michel in *Berliner Klinische Wochenschrift*. in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. XXXX, 1898, p. 291.

Nicloux in *Comptes rendus de la Société de Biologie*. Séance du 10 janvier 1903.

Ogier. — *Traité de chimie toxicologique*, Paris, 1898, Doin éditeur.,

— *Rapports du Laboratoire de toxicologie.*

— *Documents sur les Travaux du laboratoire de toxicologie* (en collaboration avec le professeur Brouardel), Baillière, éditeur, 1891.

— Congrès de médecine légale tenu à Bruxelles en août 1897 (voir Comptes rendus in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. 38, 1897, p. 375.

— *Intoxication oxycarbonée*, in *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. 31, 1894, p. 376.

Ollivier (d'Angers). — *Empoisonnement par le gaz d'éclairage. Ann. d'hyg. et de méd. lég.*, 1re série, t. 20.
Peter. — *Leçons de clinique médicale*, Paris, 1882.
Pettenkoffer. — *Ueber Vergiftung mit Leuchtgas*, Berlin, 1884.
Poincaré. — *Recherches sur les altérations pulmonaires produites par le séjour prolongé dans les salles d'épuration des usines à gaz. Ann. d'hyg. et de méd. lég.*, 2e série, année 1881, page 148.
Pouchet. — *Annales d'hyg. et de méd. lég.*, 3e série, t. XX, 1888, p. 361.
Pouchet et Lewin. — *Traité de toxicologie*, Paris, 1903. Doin, éditeur.
Rénon. — *Les Maladies populaires*, Masson, éditeur, 1905.
Richard. — *Gaz d'éclairage et oxyde de carbone, Revue d'hygiène*, 1884, p. 304.
Robin. — *L'asphyxie par le gaz d'éclairage et son traitement*, in *Journal de médecine interne*, 1905, n° 4.
De Saint-Martin. — *Recherches expérimentales sur la respiration*. Paris 1893, Doin édit.
Schmidt. — *Contribution à l'étude du chauffage par le gaz*, in *Revue d'Hygiène*, 20 sept. 1895.
Sedillot. — *Gazette médicale* de Strasbourg, 1842.
Strassmann et Schulz. — *De la pénétration de l'oxyde de carbone dans le sang du cadavre*, travaux du laboratoire de méd. lég. de la Faculté de Berlin (in *Berliner Klinische Wochenschrift*). *Ann. d'hyg. et de méd. lég.*, 4e série, t. III, 1905, p. 175.
Tardieu, Chevallier, Legrand du Saulle, asphyxie attribuée au gaz d'éclairage. *Ann. d'hyg. et de méd. lég.*, 2e série, t. 33, 1870, p. 60.
Taylor (**W.**). — *Case of poisoning by inhalation of cal. gaz, Édimbourg med.* juillet 1874.
Thibaut et Raulin. — Rapport au *Congrès de la tuberculose*, Paris, 1905 (4e section).
Tourdes. — *Relation médico-légale des asphyxies par le gaz d'éclairage*, Strasbourg, 1841, p. 58.
Vibert. — *Précis de Médecine légale*, Paris, 1903.
Wesche (de Bernberg). — *Semaine médicale*, 25 mars 1885.
Woillot et Martial. — Rapport au *Congrès de la tuberculose*, Paris, 1905 (4e section).
Wagner, Fischer et L. Gautier. — *Traité de chimie industrielle*, Paris, Masson, éditeur, 1901.
Wurtz. — *Dictionnaire de chimie*, Paris 1868-1878 et Suppléments.

RAPPORTS DU LABORATOIRE DE TOXICOLOGIE DE LA PRÉFECTURE DE POLICE.
COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
CONGRÈS D'ASSAINISSEMENT ET DE SALUBRITÉ DE L'HABITATION (Paris, 1904). — Rapports et communications. — J. Rousset, éditeur.
CONGRÈS DE LA TUBERCULOSE (Paris, 1905). — Rapports et communications. — Masson, éditeur.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Pages.

FIGURE 1. — Spectroscope 34

FIGURE 2. — Spectres du sang normal et du sang contenant de l'oxyde de carbone 35

FIGURE 3. — Trompe à mercure 37

FIGURE 4. — Tube construit sur les indications de l'auteur pour permettre l'aspiration et l'expiration des gaz sans mélange. 41

FIGURE 5. — Dispositif des expériences 43

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

AVANT-PROPOS 9

PRÉLIMINAIRES. — **Composition moyenne du gaz d'éclairage.** 13

PREMIÈRE PARTIE

DES INTOXICATIONS RAPIDES

CHAPITRE Ier. — **Pathogénie** 19

§ 1. Suicides et asphyxies accidentelles; différents modes d'inhalation du gaz 19

§ 2. Fixation de l'oxyde de carbone sur les globules rouges du sang 24

CHAPITRE II. — **Signes de l'intoxication. Recherche et dosage de l'oxyde de carbone dans le sang** 30

§ 1. Physiologie des accidents et lésions anatomiques 30

§ 2. Examen spectroscopique du sang 33

§ 3. Extraction des gaz du sang à l'aide de la trompe à mercure. Analyse chimique 36

§ 4. EXPÉRIENCES 40

Inhalation de gaz à doses massives.

Inhalation à doses progressivement décroissantes.

§ 5. Discussion des expériences; comparaison avec les expériences et les expertises médico-légales faites antérieurement 51

Pages.

Chapitre III. — **Diagnostic de l'intoxication par le gaz d'éclairage** 55

§ 1. Importance de l'analyse chimique des gaz du sang 55

§ 2. Persistance de l'oxyde de carbone dans le sang après la période d'intoxication : *a*) sur le vivant ; *b*) sur le cadavre. 57

§ 3. Possibilité de la pénétration de l'oxyde de carbone dans les tissus après la mort ; *Expériences* 65

Chapitre IV. — **Traitement et Prophylaxie** 63

Documents. — **Observations et Expertises médico-légales** .. 66

DEUXIÈME PARTIE

DES INTOXICATIONS LENTES

Chapitre Ier. — **Modes de viciation de l'air par le gaz d'éclairage** 81

§ 1. Diffusion du gaz non brûlé par des fuites minimes dans l'atmosphère des endroits clos 81

§ 2. Combustion du gaz et modifications de l'air respirable. 83

Chapitre II. — **Influence sur l'organisme** 88

Observations cliniques 95

Statistique 110

Chapitre III. — **Prophylaxie** 111

Du gaz d'éclairage au point de vue hygiénique. Ventilation et hygiène des ateliers 111

CONCLUSIONS 117

Index bibliographique 121

Table des illustrations 125